

Zentralbahn 2020

Mittelfristige Handlungsoptionen



Bericht

Zürich, 31. August 2012
Projektnummer: 480.068

Zentralbahn 2020

Bericht

31. August 2012

Auftraggeber

Andrea Felix

Zentralbahn

Zentralbahn AG

Tel: 058 / 668 87 13

andrea.felix@zentralbahn.ch

Bearbeitung

mrs partner ag

Paul Romann

Birmensdorferstrasse 55

CH-8004 Zürich

Tel +41 (0)44 245 46 02

Fax +41 (0)44 245 46 05

paul.romann@mrspartner.ch

Angebotskonzept, Viriato-Grafiken:

Michael Fankhauser

SBB Infrastruktur

Tel +041 (0)512 27 34 61

michael.fankhauser@sbb.ch

Inhalt

Zusammenfassung	4
1. Ausgangslage und Aufgabenstellung	11
1.1. Ausgangslage	11
1.2. Aufgabenstellung.....	11
2. Nachfrage und Auslastung	12
2.1. Nachfragetrend auf der Basis der Nachfrageentwicklung 2007 bis 2011	12
2.2. Zwei überlagerte Szenarien	13
2.3. Szenario „SBB max“	14
2.4. Szenario „Boom“ im Nahbereich von Luzern.....	15
2.5. Grundlagen zur Berechnung der Kapazität der Züge	16
2.6. Nachfrageentwicklung einzelner Linien ausserhalb des Nahbereichs.....	17
2.6.1. IR Brünig im Querschnitt Einfahrt Luzern.....	17
2.6.2. IR Engelberg im Querschnitt Einfahrt Luzern	18
2.6.3. S4 und S5 im Querschnitt Lopper.....	18
2.6.4. S5 Luzern – Giswil.....	19
2.6.5. Regionalzug Interlaken Ost - Meiringen	20
2.6.6. Kommentar zur Nachfrageentwicklung und zur Auslastung der Züge	20
3. Angebot.....	21
3.1. S-Bahn: Zwei Optionen beim Szenario „Zentralbahn“	21
3.1.1. Zu den Farben bei der Darstellung der Züge.....	21
3.2. Option 1: Zusätzliche Zwischenhalte der S44 und S55, Basis „VX“	22
3.2.1. Haltepolitik bei der Option 1	22
3.2.2. Angebotskonzept der Option 1	23
3.2.3. Beurteilung und Kommentar zur Option 1 „Halt S44/Halt 55“	26
3.3. Option 2: Neue S41 auf der Basis von „VX“	27
3.3.1. Haltepolitik bei der Option 2	27
3.3.2. Angebotskonzept bei der Option 2	27
3.3.3. Beurteilung und Kommentar zur Option 2 „neue S41“	31
3.4. Option 2: Neue S41 – Horizont 2030, Basis „Zentralbahn 2030“ Modul C.....	31
3.4.1. Haltepolitik und Mengengerüst.....	31
3.4.2. Angebotskonzept bei der Option 2, „Zentralbahn 2030, Modul C	32
3.4.3. Beurteilung und Kommentar zur Option 2, Basis „Zentralbahn 2030“, Modul C	36
3.5. Bewertung der Fahrplanoptionen aus Kundensicht.....	36
3.6. Angebotskonzept IR Brünig.....	37

3.6.1. Fahrplan beim Angebotskonzept „VX“	37
3.6.2. Fahrplan beim Angebotskonzept „Zentralbahn 2030“, Modul C	37
3.7. Angebotskonzept IR Engelberg	39
3.7.1. Fahrplan beim Angebotskonzept „VX“	39
3.7.2. Fahrplan beim Angebotskonzept „Zentralbahn 2030“, Modul C	39
4. Infrastruktur	42
4.1. Infrastruktur bei „VX“ und „Zentralbahn 2030“, Modul C	42
4.1.1. Infrastruktur beim Angebotskonzept „VX“	42
4.1.2. Infrastruktur bei der „Zentralbahn 2030“, Modul C (Überblick)	42
4.2. Infrastrukturmassnahmen bei den Angebotskonzepten Option 1 und 2	43
4.3. Zu den einzelnen Infrastrukturmassnahmen	44
4.3.1. Fünfte Perronkante im Bahnhof Luzern	44
4.3.2. Doppelspur/Entflechtung im Vorbahnhof Luzern	47
4.3.3. Wendegleis Horw	49
4.3.4. Perronverlängerungen, Verlängerung Kreuzungsstelle Stans	50
4.4. Zusammenstellung der Kosten	50
4.5. Weitere Infrastrukturmassnahmen	51
4.5.1. Haltestelle Luzern Langensand-Steghof	51
4.5.2. Doppelspur Hergiswil – „Schlüssel“	52
4.5.3. Infrastruktur „Zentralbahn 2030“ Seite Brünig	53
4.5.4. Infrastruktur „Zentralbahn 2030“ Seite Engelberg	54
4.6. Infrastrukturmassnahmen im Zeitverlauf	54
4.7. Wirtschaftlichkeit	55
5. Produktions- und Rollmaterialplanung	57
5.1. Ziele und Aufbau des Kapitels Produktions- und Rollmaterialplanung	57
5.2. Ausgangslage und Anforderungen an die Produktions- und Rollmaterialbeschaffung	58
5.2.1. Ausgangslage: Rollmaterial 2014	58
5.2.2. Anforderungen an die Planung	58
5.2.3. Rahmenbedingungen Fahrzeuge	59
5.2.4. Qualitätsanforderungen an die Regelzüge	59
5.3. Rollmaterial-Varianten	60
5.3.1. Schienenbus	60
5.3.2. Doppelstocktriebzüge	61
5.3.3. Gelenksteuerwagen GSW	61
5.3.4. Metro-Fahrzeug	62
5.3.5. Normalspurfahrzeug	62
5.3.6. Meterspur-Triebzug	63
5.3.7. Übersicht über die evaluierten Rollmaterialtypen	63

5.4. Meterspur-Triebzug – vertiefte Analyse	64
5.4.1. Rahmenbedingungen Mengengerüst	64
5.4.2. Adhäsion- oder Zahnrad-Fahrzeuge?	64
5.4.3. Drei- oder vierteiliger Triebzug?	66
5.5. Fahrzeugbeschaffung in Abhängigkeit von der Fahrplanvarianten	67
5.5.1. Ersatz und Mehrbedarf Triebfahrzeuge bis 2030	67
5.5.2. Rollmaterialbeschaffung bei der Fahrplanoption 1 Halt „S44/S55“	67
5.5.3. Rollmaterialbeschaffung bei der Fahrplanoption 2 Halt „S44/S41“	68
5.6. Finanzieller Variantenvergleich auf der Basis der Nettobarwertberechnung.....	69
5.6.1. Variantenvergleich auf der Basis des Nettobarwertes	69
5.6.2. Variantenvergleich auf der Basis der Abgeltung	70
5.7. Gegenüberstellung Fahrplanoptionen	71
5.7.1. Fazit der Rollmaterial-Evaluation	72
5.8. Flottenpolitik	72
5.8.1. Beschaffungszeitpunkte Rollmaterial	72
5.8.2. Zeitpunkt Entscheid Option 1 oder Option 2	73
5.8.3. Zeitpunkt Ersatz IR Engelberg	74
5.8.4. Betriebsinstandhaltung	76
6. Anhang	77
6.1. Grundlagen Berechnungen	77
6.1.1. Grundlagen NPV Berechnungen.....	77
6.1.2. Grundlagen Abgeltungs-Berechnungen	77
6.2. Details Rollmaterialbeschaffung.....	78
6.2.1. Legende Rollmaterial.....	78
6.2.2. Zeitpunkt Ersatz IR Engelberg – Abgeltungsentwicklung	81

Zusammenfassung

Stark steigende Nachfrage im Kernbereich

Die Nachfrage der Zentralbahn hat seit dem Jahr 2000 jährlich im Durchschnitt um rund vier Prozent zugenommen. Dieses ausserordentlich hohe Nachfragewachstum ist – neben den üblichen Faktoren wie Bevölkerungswachstum und zunehmender Mobilität – auf die Nationalstrasse A2 zurückzuführen, welche in Spitzenzeiten ausgelastet ist und einen grossen Teil des Verkehrswachstums auf die Schiene verweist.

Gemäss Gemeindeverband „Luzern Plus“, Netzwerk für regionale Entwicklung, sollen im Umfeld der Haltepunkte Kriens Mattenhof und Horw grosse städtebauliche Veränderungen stattfinden, welche die Nachfrage der Zentralbahn zusätzlich anschwellen lassen. Insbesondere der Ausbau der Hochschule Luzern am Standort Horw hat zur Folge, dass die Nachfrage in der HVZ überproportional wächst.

Die folgende Abbildung zeigt die zu erwartende Nachfrageentwicklung in der Spitzenstunde im Querschnitt Ausfahrt aus dem Bahnhof Luzern:

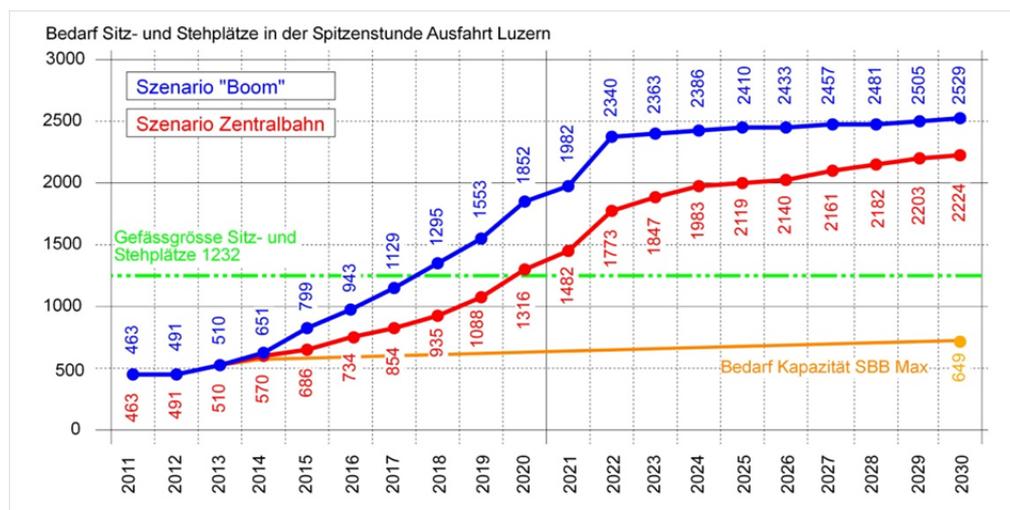


Abb. Z-01: Nachfrageentwicklung gemäss dem Szenario „SBBmax“ (orange) sowie dem Szenario „Zentralbahn“ (rot). Bei Szenario „SBBmax“ sind nur die in der ganzen Schweiz wirksamen Faktoren wie Bevölkerungswachstum, Entwicklung BIP und mIV berücksichtigt. Das Szenario „Zentralbahn“ hingegen berücksichtigt die besonderen Verhältnisse der Zentralbahn (siehe Text) insbesondere das überproportionale Wachstum in der Kernregion. Allerdings wird die auf der Basis des Gemeindeverbandes „LuzernPlus“ erarbeitete Nachfrageentwicklung „Boom“ leicht gestreckt, d.h. die starken Verkehrszunahmen erfolgen über einen längeren Zeitraum.

Ein Vergleich der Nachfrage mit der Kapazität des beim Fahrplan 2014 eingesetzten Rollmaterials zeigt, dass die Rollmaterial-Kapazität im Kernbereich bis ca. 2020 und bei den beiden IR bis etwa in die Jahre 2018/2020 ausreicht. Ab diesem Zeitraum ist – immer in den Spitzenzeiten – der Einsatz von zusätzlichen Zügen (Saisonzüge Engelberg) notwendig.

Länger reicht die Sitzplatzkapazität bei der S-Bahn auf den Aussenästen (bei der S4 bis 2030, bei der S5 bis etwa 2022). Hier wird der Querschnitt Lopper (Loppertunnel 1 resp. 2) ausserhalb des Kernbereichs betrachtet. – Kapazitätsprobleme ergeben sich aber vor allem zwischen Luzern und Horw.

Lösungsansätze

Um die grosse Nachfrage in der Hauptverkehrszeit (HVZ) bis 2030 – insbesondere zwischen Luzern und Horw – bewältigen zu können, werden zwei Lösungsansätze geprüft:

- Option 1: Zusätzliche Halte der S44 und S55 im Kernbereich
- Option 2: Neue S-Bahnlinie S41 zwischen Luzern und Horw

Sowohl die S44/S55, wie auch die neue S41 verkehren – zumindest in einer ersten Zeit – nur in den Hauptverkehrszeiten (HVZ).

Ein Nebeneffekt der Zwischenhalte von S44/S55 ist die stündliche Bedienung der bei VX nicht mehr erschlossenen Haltestelle Hergiswil Matt durch die S55. Auch diese Bedienung erfolgt allerdings nur in der HVZ.

Die folgende Grafik zeigt, in welchen Zeithorizonten welche der beiden Optionen möglich sind:

	Option 1 Halt S44/S55	Option 2 S-Bahnlinie S41
Horizont 2014 / 2020: Basis "VX"	Kapitel 3.2	Kapitel 3.3
Horizont 2030: Basis "Zentralbahn 2030" Modul C	X	Kapitel 3.4

Abb. Z-02: Die Option 1 mit zusätzlichen Zwischenhalten der S44 und S55 ist nur auf der Basis des Konzepts „VX“ möglich. Hingegen kann eine S41 (Option 2) sowohl bei „VX“ wie auch bei der „Zentralbahn 2030“ Modul C verkehren.

Die Option 1 mit zusätzlichen Halten der S44 und S55 kann nur auf der Basis des Angebotskonzepts „VX“ gefahren werden. Beim Konzept „Zentralbahn 2030“ sind sowohl die S44 wie auch die S55 als schnelle Züge ohne Halt im Kernbereich fixiert. Ein Aufbrechen dieser Funktion hätte weitreichende Massnahmen auf der Ebene der Infrastruktur zur Folge. Hingegen ist es möglich sowohl bei „VX“ wie auch bei der „Zentralbahn 2030“ eine neue Linie S41 zwischen Luzern und Horw zu führen.

Haltepolitik und Mengengerüst

Angebot auf der Basis von „VX“ (Horizont ab 2014)

Wie in der folgenden Abbildung dargestellt, sind beim Angebotskonzept „VX“ (Horizont ab 2014) bei der Option 1 (Halt S44 / S55) in Luzern Allmend vier, in Kriens Mattenhof fünf und in Horw sechs S-Bahnhalte vorgesehen. Alle genannten Haltepunkte besitzen damit einen Viertelstundentakt, wel-

cher von zusätzlichen Halten der S44 resp. der S55 zu einzelnen 7.5 Minutenintervallen unterteilt wird (Kundennutzen).

Bei der Option 2 mit einer neuen S-Bahnlinie S41 kann ein deutlich regelmässigeres Taktgefüge angeboten werden: Bei allen drei Haltepunkten Luzern Allmend, Kriens Mattenhof sowie Horw wird der Viertelstundentakt der S4 und S5 durch einen Halbstundentakt der S41 und einen Stundentakt der S44 überlagert. Dadurch entsteht ein 7.5-Minutentakt mit einer Lücke pro Stunde (15-Minutenintervall). Festzuhalten ist allerdings, dass die Abweichungen vom 7.5-Minutentakt beträchtlich sind, sodass eher von einem Angebot mit sieben Halten pro Stunde gesprochen werden soll.

Auf der Basis von „VX“ besitzt Hergiswil Matt in der HVZ bei beiden Optionen einen stündlichen Halt der S55.

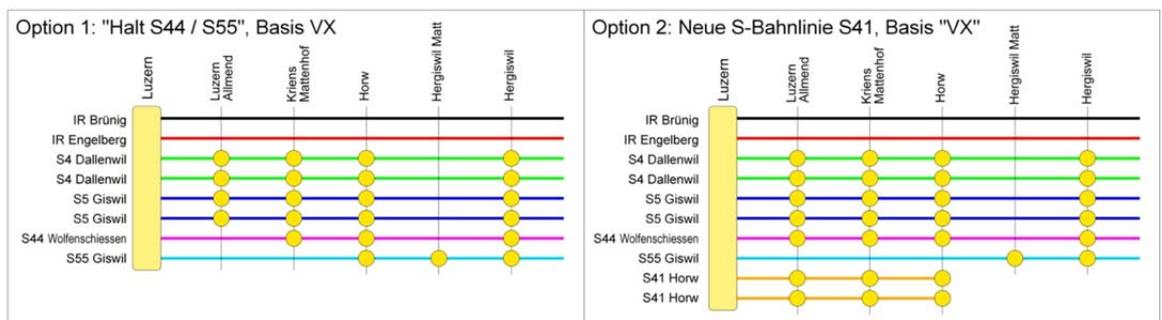


Abb. Z-03: Haltepolitik und Mengengerüst der Option 1 (Halt S44/S55) und Option 2 (S41) auf der Basis des Angebotskonzept „VX“(Horizont ab 2014).

Angebot auf der Basis der „Zentralbahn 2030“ (Horizont 2030)

Wie oben erwähnt kann auf der Basis des Konzepts „Zentralbahn 2030“ nur die Option 2 mit einer S41 bis Horw gefahren werden. Zwischenhalte der S44 und S55 sind nicht möglich. Die folgende Abbildung zeigt die Haltepolitik und das Mengengerüst der Option 2 auf der Basis der „Zentralbahn 2030“, Modul C.

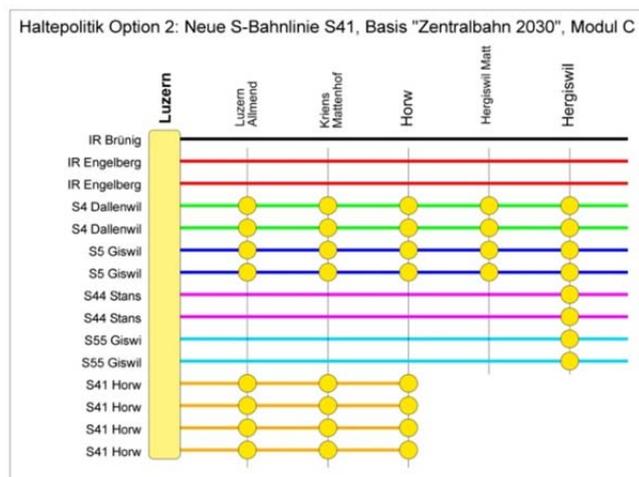


Abb. Z-04: Haltepolitik und Mengengerüst der Option 2 (S41) auf der Basis des Angebotskonzepts „Zentralbahn 2030“ (Modul C - Horizont 2030).

Beim Angebotskonzept „Zentralbahn 2030“ verkehrt die S41 in einem konsequenten Viertelstundentakt. Zusammen mit der S4 und S5 ergeben sich für die drei Haltepunkte Luzern Allmend, Kriens Mattenhof und Horw stündlich acht Zugshalte. Allerdings ist das Angebot leicht hinkend (kein reiner 7.5-Minutentakt).

Da das Angebotskonzept „Zentralbahn 2030“ nicht ohne durchgehende Doppelspur Hergiswil – „Schlüssel“ gefahren werden kann, sind je zwei Zwischenhalte der S4 und der S5 in Hergiswil Matt möglich (Viertelstundentakt).

Infrastruktur

Im Zusammenhang mit der Verdichtung des Angebots im Raum Luzern – Horw gilt es drei Infrastrukturelemente zu prüfen:

- Erweiterung des Bahnhofs Luzern auf 5 Perronkanten
- Durchgehende Doppelspur im Vorbahnhof Luzern
- Wendegleis Horw

In der folgenden Abbildung ist dargestellt, welche Infrastruktur bei welcher Option notwendig ist:

Angebotskonzept	Angebotskonzept VX, Horizont 2014; 2020		Zentralbahn 2030 Horizont 2030
	Option Halt S44/S55	Option S41	Option S41 1)
Fünfte Perronkante Bahnhof Luzern	kein Ausbau nötig	kein Ausbau nötig	Ausbau nötig
Entflechtung Bhf. Luzern	kein Ausbau nötig	drei Varianten	drei Varianten
Wendegleis Horw	kein Ausbau nötig	Wendegleis Hauskante	Wendegleis Mittelperron
Perronverlängerungen	Stans, Kriens Matth. Alpnachstad, Ewil	kein Ausbau nötig	kein Ausbau nötig

kein Ausbau nötig
 Ausbau nötig (verschiedene Varianten)

1) Option 41, Horizont 2030: Option 41 + halbstündliche S44 und S55.

Abb. Z-05: Notwendige Infrastrukturelemente im Zusammenhang mit der Umsetzung der Optionen 1 und 2. Bei der Doppelspur Luzern und dem Wendegleis Horw stehen verschiedene Optionen zur Diskussion.

Die Option 1 „Halt S44/S55“ benötigt Perronverlängerungen in Kriens Mattenhof, Alpnachstad und Ewil Maxon sowie eine Verlängerung des Kreuzungsbahnhofs Stans. Kritisch ist die Situation im Vorbahnhof Luzern: Die Möglichkeiten der Normalspur ihre Abstellanlagen zu erreichen, sind sehr beschränkt.

Die Option 2 „S44/S41“ löst im Vorbahnhof Luzern kapazitätssteigernde Infrastruktur-Massnahmen aus. Grundsätzlich stehen drei Optionen zur Diskussion:

- Doppelspur Zentralbahn mit den heutigen Querungen durch die Normalspur
- Doppelspur Zentralbahn mit zusätzlichen Querungen durch die Normalspur
- Doppelspur Zentralbahn mit niveaufreier Querung (Entflechtung)

Es ist davon auszugehen, dass der Bau einer Doppelspur der Zentralbahn mit zusätzlicher Querung durch die Normalspur für die Umsetzung der Option 2 ausreicht. Eine Schwierigkeit ist die Unsicherheit, ob, wann und in welcher Lage der Tiefbahnhof Luzern gebaut wird.

Deutlich klarer sind die Anforderungen bei den übrigen Infrastrukturmassnahmen: Für die Option 1 („S44/S55“) sind Perronverlängerungen in Kriens Mattenhof, Alpnachstad und Ewil Maxon sowie eine Verlängerung des Kreuzungsbahnhofs Stans notwendig. Bei der Option 2 „S44/S41“ ist in Horw ein Wendegleis für die S41 nötig. In einer ersten Phase kann die auszubauende Hauskante als Wendegleis dienen. In einem späteren Horizont muss – wegen des dichteren Fahrplans – das Wendegleis zwischen den beiden Streckengleisen (Gleis 2 am Mittelperron) liegen.

Wird der Nettobarwert der beiden Fahrplanoptionen betrachtet, schneidet die Fahrplanoption 1 besser ab, da der Zeitpunkt der Investitionen weiter in der Zukunft liegt. Das heisst, je höher die Investitionen in die Doppelspureinfahrt Luzern liegen, desto besser schneidet die Fahrplanoption 1 ab. Die Investitionskosten bewegen sich bei beiden Fahrplanoptionen auf vergleichbarer Höhe.

Die folgende Abbildung zeigt die Investitionskosten sowie den Nettobarwert der beiden Fahrplanoptionen 1 und 2.

Fahrplanvarianten	Investitionskosten (CAPEX) [CHF]	Nettobarwert NPV (4%) [CHF]
Fahrplanoption 1	39'300'000	-22'913'000
Fahrplanoption 2	38'600'000	-28'750'000

Abb. Z-06: Investitionskosten und Nettobarwert bei den beiden Fahrplanoptionen 1 und 2.

Produktion und Rollmaterial

Für die zwei Fahrplanoptionen werden auf der Basis von Produktionskonzepten die benötigten Gefässgrössen evaluiert. Angeschaut werden die Ersatz- und Neubeschaffungen zur Deckung der steigenden Nachfrage, mit dem Ziel Synergien einfließen zu lassen. Ersetzt werden die S-Bahn-Verstärkungsmodule im Jahre 2020, da sie zu diesem Zeitpunkt am technischen Lebensende angekommen sind. Ersetzt wird weiter der IR Engelberg (HGe-Pendel) zwischen 2020 und 2030. Ein früherer Ersatz von veralteten, nicht klimatisierten Kompositionen aus Qualitätsgründen wurde nicht betrachtet. Diese Diskussion wird mit den Bestellern noch geführt.

Untersucht wurden sechs Rollmaterialtypen: Schienenbus, Doppelstock-Triebzug, Gelenksteuerwagen, Metro-Fahrzeug, Normalspur-Fahrzeug sowie der Meterspur-Triebzug.

Die Analyse ergibt klar, dass nur der Meterspur-Triebzug weiterverfolgt werden soll. Offen ist damit noch, ob der Triebzug drei- oder vierteilig sein soll und ob Adhäsions- oder Zahnradfahrzeuge zu beschaffen sind.

Auch diesbezüglich haben sich klare Resultate ergeben: Die zukünftige Neubeschaffung bis 2030 der Zentralbahn soll – neben dem siebenteiligen ADLER und dem neu zu beschaffenden sechsteiligen Zug für den IR Engelberg – grundsätzlich aus dreiteiligen Zahnrad-Triebzügen bestehen. Die vorhandenen zehn Adhäsionsfahrzeuge SPATZ werden in der S-Bahn Luzern eingesetzt.

Damit ist die grösstmögliche betriebliche Flexibilität gewährleistet. Die Fahrzeuge sind universell einsetzbar, was dazu führt, dass gegenüber andern Rollmaterialoptionen am wenigsten neue Fahrzeuge beschafft werden müssen.

Die Zahl der neu zu beschaffenden Fahrzeuge wird auch durch die angestrebte Fahrplanoption im Nahbereich von Luzern bestimmt. So werden bei der Option 1 „Halt S44/S55“ – inkl. Ersatzbeschaffung – 15 neue, dreiteilige Einheiten benötigt. Bei der Option 2 „Halt S44/S41“ hingegen sind es nur deren 12. Dieses Resultat kommt zu Stande, weil bei der Option 2 die grossen Fahrgastmengen im Nahbereich von Luzern gezielt mit dazu eingesetzten Fahrzeugen – S-Bahnlinien S41 – bewältigt werden, während bei der Option grössere Gefässe für die S44 benötigt werden, welche die gesamte Strecke befahren.

Werden die Nettobarwerte des Rollmaterials betrachtet, schneidet die Fahrplanoption 1 besser ab. Die Option 1 löst im Jahr 2020 rund 5 Mio. CHF Abgeltung für neues resp. zu ersetzendes Rollmaterial aus (+11% von 44.7 Mio. CHF Verkehrsabgeltung). Diese Werte berücksichtigen den notwendigen Kapazitätsausbau sowie den technischen Ersatz der Fahrzeuge. Eine qualitative Beurteilung des Zeitpunkts der Ablösung des „alten“ Rollmaterials – insbesondere des IR Engelberg – wird in einem weiteren Schritt mit den Bestellern vorgenommen. Einen Ersatz des IR Engelberg vor 2030 löst bis zu 4 Mio. CHF zusätzliche Abgeltung aus. Wird in Betracht gezogen, dass in den Jahren 2012/2022 SPATZ-Revisionen in der Höhe von 6 Mio. CHF anstehen, muss die Finanzierbarkeit des neuen Rollmaterials mit den Bestellern genau diskutiert werden.

Variante	Investitionskosten	Jahreskosten	Nettobarwert	Vergleich NPV
	CAPEX	OPEX	NPV 4%	
	Mio. CHF	Mio. CHF	Mio. CHF	
Fahrplanoption 1 Halt "S44/S55"	185.350	88.617	-167.901	121%
Fahrplanoption 2 Halt "S44/S41"	152.950	94.431	-139.160	100%
Differenz absolut	-32.400	5.814	28.741	
Differenz in % *)	-17%	7%	-17%	

*) 100 % = Fahrplanoption 1 Halt "S44/S55"

Abb. Z-07: Vergleich von Investitions- und Jahreskosten sowie Nettobarwerten der beiden Fahrplanoptionen 1 und 2.

Schlussfolgerungen, Empfehlungen

Entwickelt sich die Nachfrage in der HVZ im Kernbereich tatsächlich überproportional – wie das die Prognose voraussagt – ist ein Ausbau des Angebots – insbesondere im Nahbereich von Luzern – notwendig. Sowohl die Fahrplanoption 1 mit zusätzlichen Halten der S44 und S55, wie auch die Option 2 mit einer zusätzlichen, neuen S-Bahnlinie S41 zwischen Luzern und Horw sind taugliche Lösungen. Die Fahrplanoption 2 bringt aus Kundensicht den grösseren Nutzen.

In jedem Fall sind Infrastruktur-Massnahmen sowie Rollmaterialbeschaffungen unumgänglich. Bei der Option 1 sind 15 neue Zahnradtriebzüge zu beschaffen, während es bei der Option 2 nur deren 12

sind (jeweils inkl. Ersatz des am technischen Lebensende stehenden Rollmaterials). Aus Sicht des Rollmaterials ist somit die Option 1 zu favorisieren.

Umgekehrt ist die Situation bei der Infrastruktur. Während bei der Option 1 bei vier Haltepunkten Perrons zu verlängern sind, müssen bei der Option 2 in Horw ein Wendegleis gebaut und eine doppelspurige Einfahrt à Niveau durch den Vorbahnhof Luzern erstellt werden.

Insbesondere die Entflechtung im Vorbahnhof wirft noch eine Reihe von ungelösten Fragen auf. Bezüglich Infrastruktur ist die Option 1 wegen des zeitlich später notwendigen Baus der doppelspurigen Einfahrt Luzern wirtschaftlich vorteilhafter.

		Option 1 S44/S55 [Mio. CHF]	Option 2 S44/S41 [Mio CHF]
NPV			
Rollmaterial	a)	-168	-139
Infrastruktur ca.	b)	-23	-29
Total		-191	-168
a) Lifecyclecost			
b) Investitionen inkl. doppelspurige Einfahrt Luzern gemäss zb 2030 (30 Mio. Fr.)			

Abb. Z-08: Vergleich der Nettobarwerte der beiden Fahrplanoptionen 1 und 2.

Aus heutiger Sicht wird die Option 2 weiter verfolgt, da sie in der gesamtheitlichen Betrachtung von Infrastruktur, Produktion und Rollmaterial die vorteilhaftere Lösung zur Bereitstellung der notwendigen Kapazität darstellt. Auch aus Kundensicht ist die Option 2 wegen ihres 7.5 Minuten-Taktes zwischen Luzern und Horw wesentlich attraktiver.

Die Projektierung der doppelspurigen Einfahrt Luzern ist unter Berücksichtigung des Planungsstandes des Tiefbahnhofs Luzern voranzutreiben. Ist eine Realisierung des Tiefbahnhofs Luzern bis 2030 nicht möglich, muss eine räumliche Entflechtung von Normal- und Meterspur gebaut werden. In diesem Falle genügt eine doppelspurige Einfahrt der Zentralbahn in den Bahnhof Luzern nicht. Allerdings kann eine teure, räumliche Entflechtung der beiden Spurweiten bis 2020 nicht finanziert werden. Somit muss die Fahrplanoption 1 als Überbrückung gefahren werden. Diese Überbrückung kommt auch zum Zuge, wenn sich herausstellt, dass der Bau einer doppelspurigen Einfahrt à Niveau entweder nicht genügt oder nicht finanziert werden kann.

Damit die Mittel für die Investitionen in Infrastruktur und Rollmaterial rechtzeitig ausgelöst werden können, muss spätestens 2016 klar sein, welche Fahrplanoption zur Erhöhung der Kapazität zum Zuge kommt. Zu diesem Zeitpunkt wird an Hand der effektiven Nachfragenentwicklung auch bereits klarer sein, wann die Kapazität wirklich gesteigert werden muss.

1. Ausgangslage und Aufgabenstellung

1.1. Ausgangslage

Im Dezember 2009 konnte der Bericht „Zentralbahn 2030“ zuhanden des Bundesamtes für Verkehr (BAV) fertiggestellt und verabschiedet werden. Ein knappes Jahr später – im November 2011 – konnte die im Auftrag der betroffenen Kantone erarbeitete Dokumentation „Zentralbahn: Planungsstudie 2050“ abgeschlossen werden.

Diese beiden Arbeiten betrachten die Entwicklung bis 2030 resp. 2050. Der Bericht „Zentralbahn 2030“ umfasst Angebot, Infrastruktur und Rollmaterial, während die Planungsstudie sich auf die Raumsicherung für spätere Infrastrukturausbauten konzentriert.

Vertiefte Analysen der zu erwartenden Nachfrageentwicklung im Rahmen dieser Studie haben ergeben, dass insbesondere im Nahbereich von Luzern in nächster Zukunft mit einem höheren Fahrgastwachstum zu rechnen ist, als dies bei der „Zentralbahn 2030“ angenommen wurde.

1.2. Aufgabenstellung

Es ist aufzuzeigen, wie die Zentralbahn der im Nahbereich von Luzern zu erwartenden Nachfragezunahme begegnen kann. Zu überprüfen ist auch die Fahrgastentwicklung auf den übrigen Teilstrecken des Netzes der Zentralbahn.

Um zu relevanten Aussagen zu gelangen sollen alle drei Aspekte des Planungsdreiecks berücksichtigt werden:

- Nachfrage/Angebot
- Infrastruktur
- Rollmaterial.

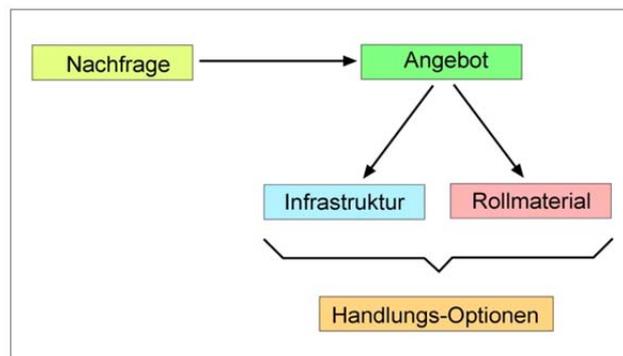


Abb. 01-01: Planungsdreieck Angebot – Infrastruktur – Rollmaterial.

Ebenfalls zu überprüfen sind – im Sinne einer Second-Opinion – Resultate aus früheren Berichten und Überlegungen.

2. Nachfrage und Auslastung

Prognosen bezüglich der zukünftigen Nachfrage-Entwicklung sind naturgemäss schwierig und mit grossen Unsicherheiten behaftet. Um eine gewisse Sicherheit zu erhalten, stützt sich die folgende Nachfrageprognose auf verschiedene Quellen resp. Grundlagen ab. Diese Quellen sind:

- Extrapolation der Nachfrageentwicklung 2000 resp. 2007 bis 2011 bis 2030.
- Verkehrsmodell der SBB
- Bevölkerungs- und Arbeitsplatz-Wachstum im Nahbereich von Luzern (Gemeinden Luzern, Kriens und Horw)
- Entwicklung des Gesamtverkehrs (öV+mIV) auf Grund der hohen Auslastung der Nationalstrasse A2.

2.1. Nachfragetrend auf der Basis der Nachfrageentwicklung 2007 bis 2011

Die Nachfrage auf dem Netz der Zentralbahn hat zwischen 2000 und 2007 im Durchschnitt um 4.5% zugenommen. Seither hat sich das Wachstum leicht auf 4.0% abgeschwächt.

In der nachfolgenden Tabelle wird der Nachfragetrend zwischen 2007 und 2011 bis ins Jahr 2030 extrapoliert.

Jahr	Anzahl Fahrgäste in Mio.	Zunahme pro Jahr	Zuwachs seit 2011
2011	7'251	4.0%	100%
2012	7'541	4.0%	104%
2013	7'831	4.0%	108%
2014	8'121	4.0%	112%
2015	8'411	4.0%	116%
2016	8'701	4.0%	120%
2017	8'991	4.0%	124%
2018	9'281	4.0%	128%
2019	9'571	4.0%	132%
2020	9'861	4.0%	136%
2021	10'151	4.0%	140%
2022	10'441	4.0%	144%
2023	10'731	4.0%	148%
2024	11'022	4.0%	152%
2025	11'312	4.0%	156%
2026	11'602	4.0%	160%
2027	11'892	4.0%	164%
2028	12'182	4.0%	168%
2029	12'472	4.0%	172%
2030	12'762	4.0%	176%

Abb. 02-01: Extrapolation der mittleren Nachfragezunahme der Jahre 2007 bis 2011 von 4% bis zum Jahre 2030. Ganzes Netz in Mio. Fahrgäste pro Jahr.

Wie die Tabelle zeigt, würde sich – bei gleich bleibendem Wachstum – die Zahl der Fahrgäste auf dem Netz der Zentralbahn gegenüber heute (2012) bis 2030 um rund drei Viertel erhöhen. Ein Vergleich mit der S-Bahn Zürich zeigt, dass diese Perspektive durchaus glaubwürdig ist: Seit ihrer Inbetriebnahme im Jahr 1990 hat die Nachfrage an der Stadtgrenze von Zürich um rund 240% zugenommen.

Der Vergleich ist deshalb erlaubt, weil auch das Umfeld vergleichbar ist: Während in Zürich die Strassen der Stadt längst gesättigt sind und daher das gesamte Verkehrswachstum auf der Schiene stattfinden muss, bildet im Einzugsbereich der Zentralbahn der Querschnitt Ennethorw ein Nadelöhr, in welchem die weitgehend ausgelastete A2 kaum noch ein Verkehrswachstum zulässt und damit einen grossen Teil des Verkehrs auf die Schiene verweist.

2.2. Zwei überlagerte Szenarien

Zum Ermitteln des Fahrgastaufkommens bis 2030 soll jedoch nicht das Trendwachstum herangezogen werden, sondern zwei Szenarien, mit welchen die zukünftige Entwicklung modelliert wird:

- Verkehrsmodell der SBB, Szenario „SBB max“
- Szenario „Boom“ des Verkehrsverbunds Luzern (VVL), basierend auf den Angaben des Gemeindeverbandes „LuzernPlus“, Region Süd.

In der folgenden Tabelle sind die Faktoren aufgelistet, welche für die betreffenden Modelle massgebend sind:

	Kontinuierliches Nachfragewachstum	Szenario Boom
Quelle/Prognose	Verkehrsmodell SBB "SBB max": Szenario BFS "hoch"	Verkehrsmodell SBB & Boom-Szenario LuzernPlus
Massgebende Faktoren	Externe Faktoren: <ul style="list-style-type: none"> • Einwohner 2009-2030: + 18.7% • Entwicklung BIP: bis 2020: + 2.3% pro Jahr 2009-2030: + 2.0% pro Jahr • Entwicklung mIV: Basis Verkehrsmodell UVEK 2005/2030 	Externe Faktoren: <ul style="list-style-type: none"> • Einwohner 2009-2030: + 18.7% • Entwicklung BIP: bis 2020: + 2.3% pro Jahr 2009-2030: + 2.0% pro Jahr • Entwicklung mIV: Basis Verkehrsmodell UVEK 2005/2030 Zusätzliche Faktoren: <ul style="list-style-type: none"> • Stadtentwicklung in Luzern Allmend, Kriens, Horw • Hochschule LU in Horw
Elastizitäten (Angebotswirkungen)	Reisezeit: - 1.25 Bedienungshäufigkeit *): - 0.50 Umsteigehäufigkeit: - 0.15 *) Länge der mittleren Intervalle	Reisezeit: - 1.25 Bedienungshäufigkeit *): - 0.50 Umsteigehäufigkeit: - 0.15 *) Länge der mittleren Intervalle
Folgerungen	Stetiges Wachstum	Überproportionales Wachstum

Abb. 02-02: Zwei Szenarien: Kontinuierliches Wachstum („SBB max“) überlagert mit dem Szenario „Boom“ im Nahbereich von Luzern.

Erläuterungen:

- Das Verkehrsmodell der SBB berücksichtigt jene Faktoren, welche in der Schweiz generell das Verkehrswachstum verursachen. Ausgegangen wird von der maximalen vom Modell berechnete Entwicklung („SBB max“). Damit wird die besondere Situation der Zentralbahn mit dem Nadelöhr Ennethorw berücksichtigt (siehe vorhergehendes Kapitel).
- Szenario „Boom“: Der Verkehrsverbund Luzern (VVL) hat auf der Basis der Angaben von „LuzernPlus“ eine zusätzliche Nachfrigesteigerung abgeleitet. Daraus folgt, dass im Nahbereich der Stadt Luzern, resp. im Einzugsbereich der Haltepunkte Luzern Allmend, Kriens Mattenhof und Horw in den nächsten Jahren mit einem sehr starken Wachstum zu rechnen ist. Grund dafür ist die städtebauliche Entwicklung in diesem Bereich der Agglomeration. Dieses starke Wachstum von Wohnraum, Arbeits- sowie Studienplätzen der Hochschule Luzern „Boom“ zusammengefasst.

Die Szenarien „SBB max“ und „Boom“ werden einander überlagert.

2.3. Szenario „SBB max“

Das Szenario „SBB max“ weist bis 2030 ein Wachstum von 52% aus. Dies unter der Bedingung des markant verbesserten Angebots im Fahrplan 2014 mit einem Viertelstundentakt zwischen Luzern und Hergiswil. Ab 2017 wird von einem Wachstum von jährlich 1.5% ausgegangen.

Dies führt zu einer Zunahme der Fahrgäste auf dem Netz der Zentralbahn um 52% gegenüber heute. Das ist rund ein Viertel weniger als in der Trendnachfrage ermittelt. Damit erreicht das Szenario „SBB max“ eine mässige gute Übereinstimmung mit der Trendnachfrage.

Die folgende Tabelle zeigt die Nachfrageentwicklung netzweit für die Jahre 2011 bis 2030.

Anzahl absolut	Anzahl in 1000 Fahrgästen	Zunahme pro Jahr	Zuwachs seit 2011
2011	7'251	4.6%	100%
2012	7'585	2.3%	105%
2013	7'756	6.6%	107%
2014	8'270	4.7%	114%
2015	8'660	2.3%	119%
2016	8'857	2.2%	122%
2017	9'054	1.6%	125%
2018	9'200	1.5%	127%
2019	9'338	1.5%	129%
2020	9'478	1.5%	131%
2021	9'620	1.5%	133%
2022	9'765	1.5%	135%
2023	9'911	1.5%	137%
2024	10'060	1.5%	139%
2025	10'211	1.5%	141%
2026	10'364	1.5%	143%
2027	10'519	1.5%	145%
2028	10'677	1.5%	147%
2029	10'837	1.5%	149%
2030	11'000	1.5%	152%

Abb. 02-03: Fahrgastentwicklung beim Szenario „SBB max“ von 2011 bis ins Jahr 2030.

2.4. Szenario „Boom“ im Nahbereich von Luzern

Bei den bisherigen Überlegungen zur der Nachfrageentwicklung bezogen sich auf das gesamte Netz der Zentralbahn. Die folgenden Betrachtungen hingegen betreffen nur noch den Nahbereich von Luzern, d.h. die Haltestellen Luzern Allmend, Kriens Mattenhof und Horw.

Untersucht wird die Zahl der Fahrgäste in der Ein- resp. Ausfahrt Luzern in der Spitzenstunde. Massgebend ist – wegen des grösseren Fahrgastaufkommens – die Ausfahrt Luzern. Dargestellt werden jedoch beide Richtungen (siehe Abbildung 02-04 sowie 02-05). Die Berechnungen stammen vom Verkehrsverbund Luzern (VVL), basierend auf der Planung von „LuzernPlus“ (siehe folgende Abbildungen, blaue Zahlen).

Für die Diskussionen zum Angebot, dem Bedarf von Rollmaterial und Infrastruktur wird nach Rücksprache mit dem VVL der SBB und der Hochschule Luzern, von einem leicht reduzierten Szenario „Boom“ ausgegangen (siehe rote Zahlen in der folgenden Grafik).

Die folgende Abbildung zeigt die Fahrgastentwicklung in der *Einfahrt* Luzern (höchst belasteter Abschnitt, Fahrrichtung Kriens Mattenhof – Luzern):

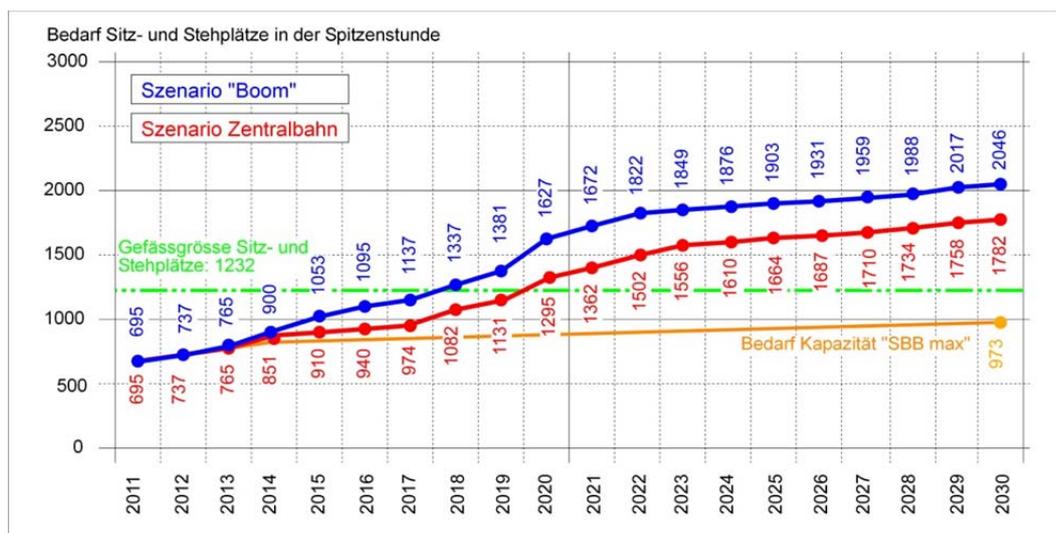


Abb. 02-04: Fahrgastentwicklung beim leicht reduzierten, für die folgenden Überlegungen massgebenden Szenario „Zentralbahn“ bei der Einfahrt Luzern (Fahrrichtung Kriens Mattenhof – Luzern).

Wie die Abbildung zeigt, nimmt das Fahrgastwachstum, resp. die Zahl der anzubietenden Sitz- und Stehplätze bei der roten – für die folgenden Berechnung massgebenden Kurve – langsamer zu als die blaue, ursprüngliche, vom VVL stammende Kurve. Die Differenz liegt – im Bereich des Jahres 2030 – bei einem Unterschied von rund 15 Prozent.

In der nächsten Abbildung ist die Nachfrageentwicklung beim leicht reduzierten Szenario „Zentralbahn“ (rot) für die Ausfahrt Luzern (Fahrrichtung Luzern – Kriens Mattenhof) dargestellt.

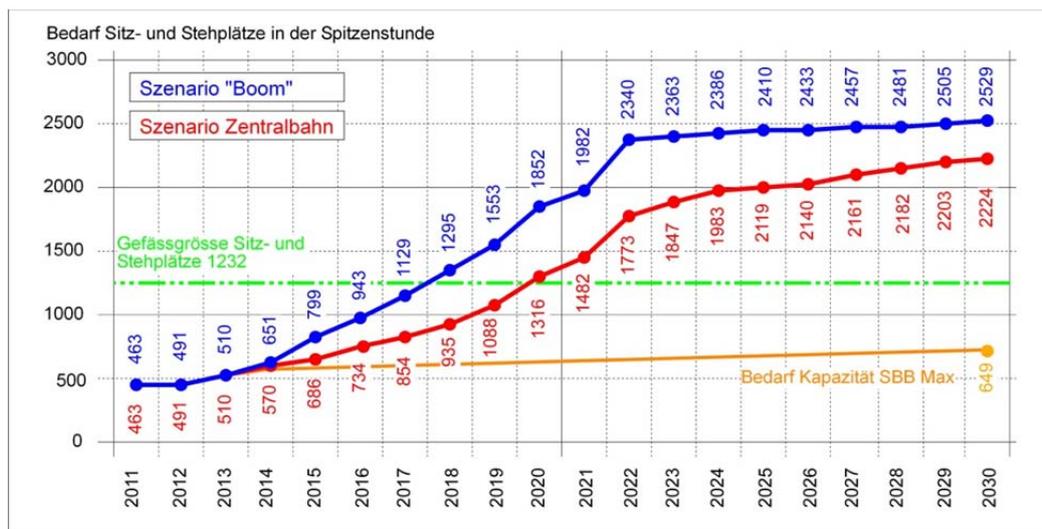


Abb. 02-05: Fahrgastentwicklung beim leicht reduzierten, für die folgenden Überlegungen massgebenden Szenario „Zentralbahn“ bei der Ausfahrt Luzern (Fahrrichtung Luzern – Kriens Mattenhof).

Die Zahl der Fahrgäste des Spitzenzuges ist in der Ausfahrt Luzern (Fahrrichtung Luzern – Horw) um einen knappen Viertel höher als in der Einfahrt. Damit ist die Belastung in der Ausfahrt Luzern massgebend für die Dimensionierung des Rollmaterials.

Treiber dafür ist das Wachstum der Hochschule Luzern in Horw. Im Szenario „Boom“ sind 1000 Studierende mit einem Anteil der Bahn von 70% berücksichtigt. Wird berücksichtigt, dass die kantonale Strategie des Bildungsdepartements Luzern eine Verlagerung von 2000 Studienplätzen nach Horw prüft und im Jahre 2017 die Musikhochschule mit 600 Studierenden nach Kriens Mattenhof umsiedeln soll, ist die Annahme im Szenario Boom von zusätzlichen 700 Fahrten von Studierenden keinesfalls übertrieben.

2.5. Grundlagen zur Berechnung der Kapazität der Züge

Für die Berechnung der Kapazität der Züge – Anzahl Sitz- und Stehplätze – gelten die folgenden Grundlagen resp. Annahmen:

- Berechnung Morgenspitzenstunden (Szenario „SBB max“): SBB Personenverkehr (P-FV-SA)
- Kapazitätsbedarf Einfahrt Luzern (stärkst belasteter Querschnitt) auf der Basis 96% Perzentil (an 4% der Werkzeuge wird eine höhere Belastung beobachtet) der Sitz- und Stehplätze. Annahme Stehplätze: 2 Personen pro Quadratmeter. Stehplätze bis zu einer Reisezeit von 10 Minuten (gemäss Stehplatzkultur VVL).
- Die Entwicklung der massgebenden Morgenspitze von und nach Luzern (Einfahrt Luzern) basiert auf den Grundlagen des Verkehrsverbundes Luzern (VVL).
- Berücksichtigung der effektiven Verteilung der Reisenden im Querschnitt Lopper in der HVZ, da auf den Aussenästen weiterhin der Halbstundentakt gilt.
- Sitzplatzbedarf im Querschnitt Loppertunnel auf der Basis von 80% Perzentil (höhere Belastung an 50% der Tage). Keine Stehplätze, da die Reisezeit mehr als 10 Minuten beträgt.
- Fahrgastentwicklung im Querschnitt Loppertunnel auf der Basis des Szenarios „SBB max“.

2.6. Nachfrageentwicklung einzelner Linien ausserhalb des Nahbereichs

Die folgenden vier Abbildungen zeigen die Nachfrageentwicklung von 2011 bis 2030 des IR Brünig, des IR Engelberg sowie der beiden S-Bahnlinien S4 und S5 beim Szenario „SBB max“ (hier kommt das Szenario „Boom“ nicht zum Tragen). Dargestellt ist jeweils der Zug mit der grössten Nachfrage.

Festzuhalten ist, dass es im Fahrplan „VX“ (2014) ausserhalb des Nah- oder Kernbereichs Luzern keinen S-Bahn-Viertelstundentakt, sondern nach wie vor einen Halbstundentakt gibt. Deshalb wird die Nachfrage zur Beurteilung der Kapazitätsgrenze auf den Spitzenzug bezogen und nicht auf die Spitzenstunde wie im Nahbereich Luzern. Für die Nachfragersteigerung ist ausschliesslich das Nachfragemodell „SBB max“ bestimmend.

2.6.1. IR Brünig im Querschnitt Einfahrt Luzern

Der IR Brünig hat seine grösste Nachfrage an Wochenenden. Wie in der folgenden Grafik gezeigt, erreicht er im Jahre 2020 an schönen Wochenenden seine Kapazitätsgrenze. Die dargestellten Fahrgastzahlen des Spitzenzuges beziehen sich allerdings auf die Ein- resp. Ausfahrt Luzern. Da der IR Brünig auch von Reisenden zwischen Luzern und Sarnen, Sachseln und Giswil benützt wird (schnells-ter Zug) ist die Fahrgastbelastung auf der Bergstrecke deutlich niedriger.

[Damit kann die Frage der Überlastung des IR Brünig – zumindest in einer ersten Phase – durch den Einsatz eines zusätzlichen Zuges auf der Strecke Luzern – Giswil gelöst werden. Zu prüfen ist insbesondere eine S55 auch an den massgebenden Wochenenden.]

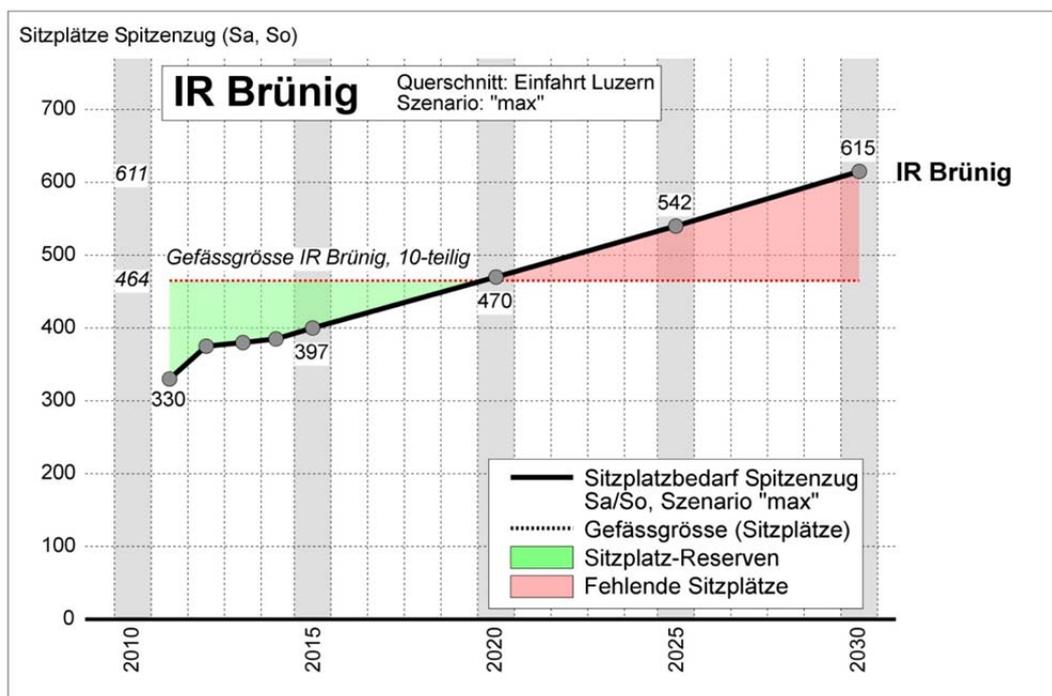


Abb. 02-06: Nachfrageentwicklung IR Brünig 2011 bis 2030, Szenario „SBB max“, Einfahrt Luzern.

2.6.2. IR Engelberg im Querschnitt Einfahrt Luzern

Analog zum IR Brünig hat auch der IR Engelberg an Wochenenden die grössten Fahrgastzahlen zu bewältigen.

Die heute zum Einsatz gelangende Komposition mit einer HGe 101, vier Zwischenwagen und einem Gelenksteuerwagen (GSW) reicht an Wochenenden bis 2018. Anschliessend sind kapazitätssteigernde Massnahmen notwendig. Im Vordergrund steht der vermehrte Einsatz des Saisonzuges, der bei „VX“ (ab Fahrplan 2014) allerdings nur in der Lastrichtung verkehren kann.

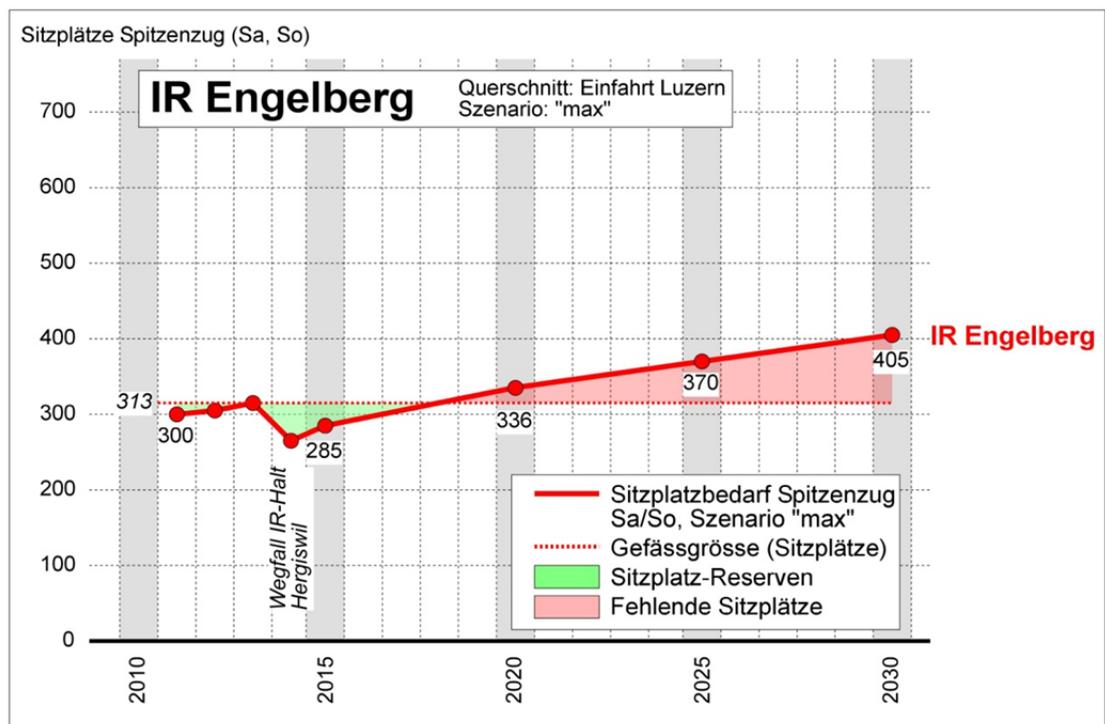


Abb. 02-07: Nachfrageentwicklung IR Engelberg 2011 bis 2030 beim Szenario „SBB max“ im Bereich der Einfahrt Luzern.

2.6.3. S4 und S5 im Querschnitt Lopper

Bei den beiden S-Bahnlinien S4 und S5 wird nicht die Einfahrt Luzern betrachtet, sondern der Querschnitt Lopper (Loppertunnel 1 resp. Loppertunnel 2). Dies, weil sich auf der Basis der heute sehr uneinheitlichen Zeitintervalle zwischen der S4 und der S5 (Hinketakt) keine verwertbare Aufteilung der Fahrgäste auf die beiden S-Bahnlinien herleiten lässt.

Die Grafiken zeigen, dass die Kapazität im genannten Querschnitt bei der S4 bis im Jahre 2030 reicht. Diejenige der S5 jedoch bereits im Jahre 2018 erschöpft ist.

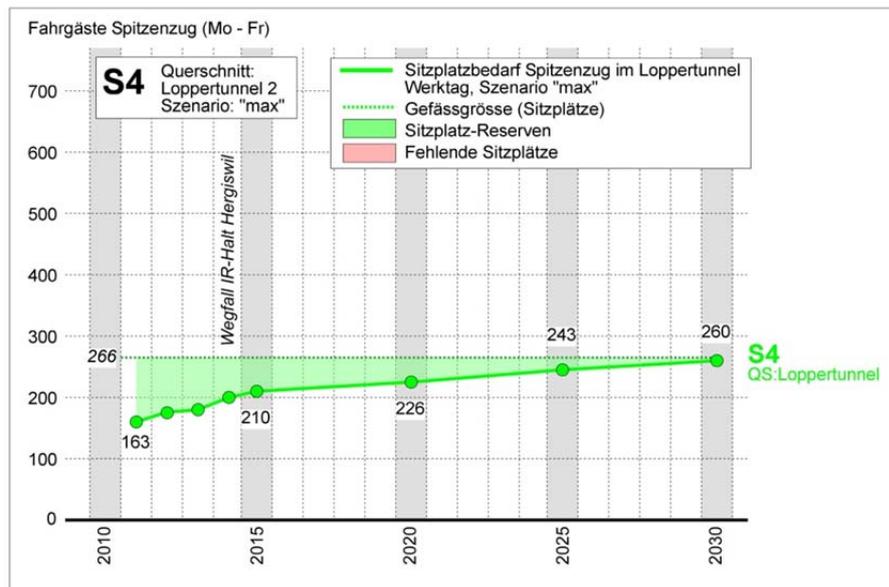


Abb. 02-08: Nachfrageentwicklung der S4 von 2011 bis 2030 beim Szenario „SBB max“. Dargestellt ist der Querschnitt Loppertunnel 2.

2.6.4. S5 Luzern – Giswil

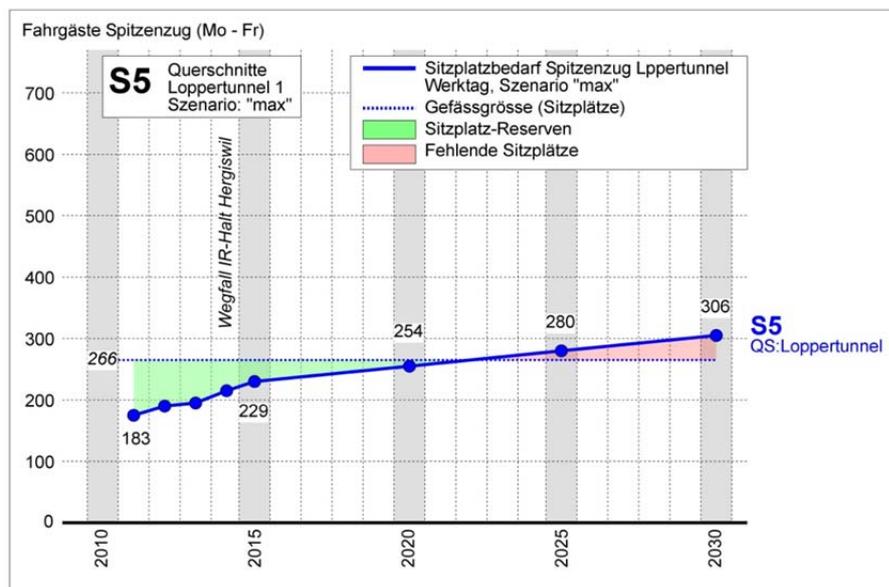


Abb. 02-09: Nachfrageentwicklung der S5 von 2011 bis 2030 beim „SBB max“. Dargestellt ist der Querschnitt Loppertunnel 1.

Die Einführung der S55 im Jahre 2014 wird die S5 entlasten. Zudem werden 2020 die 2-Wagenmodule durch 3-teilige Triebzüge ersetzt, womit bis 2030 genügend Kapazität vorhanden ist.

2.6.5. Regionalzug Interlaken Ost - Meiringen

[Im Sinne der Vollständigkeit wird hier eine Kapazitätsbetrachtung des Regio Interlaken Ost - Meiringen eingefügt.]

Wie die nachfolgende Grafik zeigt, wird auf der Südseite der Zentralbahn – beim Regio Interlaken Ost–Meiringen – nur mit einem sehr geringen Wachstum gerechnet. Grund dafür ist das Fehlen von grösseren Entwicklungsgebieten im Bereich des Brienersees, resp. der Aareebene. Kapazitätsprobleme treten im betrachteten Zeitraum keine auf.

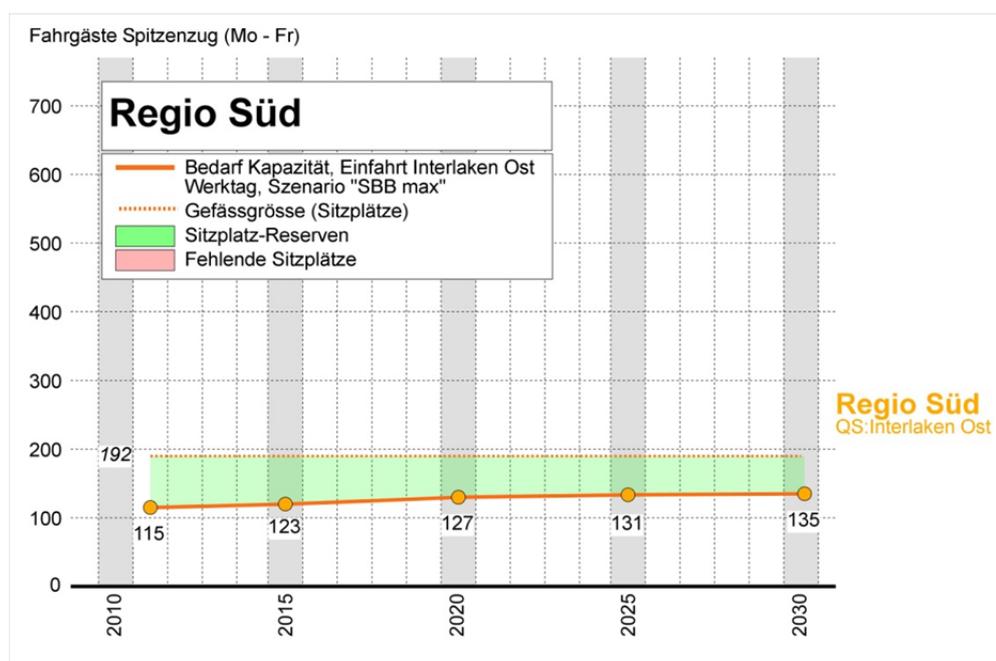


Abb. 02-10: Nachfrageentwicklung des Regionalzuges Süd Interlaken Ost – Meiringen von 2011 bis 2030 beim „SBB max“. Dargestellt ist die Einfahrt Interlaken Ost.

2.6.6. Kommentar zur Nachfrageentwicklung und zur Auslastung der Züge

Die vorhergehenden Grafiken zeigen, dass die beiden IR ihre Kapazitätsgrenze im Bereich der Einfahrt Luzern zwischen 2018 und 2020 erreichen. Die Kapazität der S-Bahnen reicht – im Querschnitt Lopper – bis 2025 (S5) resp. 2030 (S4).

Das heisst, dass im Nahbereich von Luzern – zwischen Luzern und Hergiswil – sehr bald kapazitätssteigernde Massnahmen ergriffen werden müssen. Dies gilt unabhängig vom Szenario „Boom“, welches auf der Strecke Luzern – Horw zu einer zusätzlichen, sehr deutlichen Nachfragesteigerung führt (siehe auch Kapitel 2.2 und 2.3).

3. Angebot

3.1. S-Bahn: Zwei Optionen beim Szenario „Zentralbahn“

Um beim Szenario „Zentralbahn“ (zb) die überproportional steigende Nachfrage zu befriedigen, werden die folgenden zwei Angebotsoptionen betrachtet und geprüft:

- Option 1: Halt der S44 und S55
- Option 2: Neue S-Bahnlinie S41 Luzern – Horw

Für beide Optionen werden zwei Zeithorizonte, basierend auf dem Angebotskonzept „VX“ resp. auf dem Modul C der „Zentralbahn 2030“ betrachtet. Die folgende Matrix zeigt die Zusammenhänge und weist gleichzeitig auf den Aufbau des vorliegenden Kapitels Angebot hin.

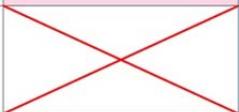
	Option 1 Halt S44/S55	Option 2 S-Bahnlinie S41
Horizont 2014 / 2020: Basis "VX"	Kapitel 3.2	Kapitel 3.3
Horizont 2030: Basis "Zentralbahn 2030" Modul C		 Kapitel 3.4

Abb. 03-01: Optionen und Zeithorizonte.

Das Angebotskonzept „VX“ ist die Basis des Fahrplans, welcher 2014 – nach der Eröffnung der Tieflegung Luzern – gefahren wird. Bei der Option 1 halten die in den HVZ verkehrenden S-Bahnlinien S44 und S55 – welche an sich als Nonstop-Züge zwischen Luzern und Hergiswil gedacht sind – auch im Nahbereich von Luzern (siehe dazu folgende Kapitel). Bei der Option 2 verkehrt – in der HVZ – zwischen Luzern und Horw eine neue, kurze S-Bahnlinie.

Grundlage für das Modul C der „Zentralbahn 2030“ bildet das nationale Konzept „Bahn 2030“ (heute FABI resp. STEP). Beim Fahrplan „Zentralbahn 2030“ können die beiden S-Bahnlinien S44 und S55 zwischen Luzern und Horw nicht mehr halten. Das führt dazu, dass es im Horizont 2030 keine Option 1, sondern nur eine Option 2 mit einer zusätzlichen S-Bahnlinie zwischen Luzern und Horw gibt.

3.1.1. Zu den Farben bei der Darstellung der Züge

Um die nachfolgenden Grafiken möglichst leicht lesbar zu gestalten soll jede Zugskategorie eine fixe, ihr zugeordnete Farbe erhalten.

—	IR	Brünig
—	IR	Engelberg
—	S4	Stans, Wolfenschiessen
—	S5	Giswil
—	S44	Stans
—	S55	Sachseln, Giswil
—	S41	Horw

Abb. 03-02: Zugskategorien und zugeordnete Farben.

3.2. Option 1: Zusätzliche Zwischenhalte der S44 und S55, Basis „VX“

3.2.1. Haltepolitik bei der Option 1

Kernidee der beiden S-Bahnlinien S44 und S55 ist eine schnelle Verbindung für die in den hintern Talbereichen wohnenden Fahrgäste von/nach Luzern. Aus diesem Grund verkehren die S44 und die S55 bei „VX“ ohne Halt zwischen Luzern und Hergiswil, bedienen aber alle zwischen Hergiswil und Dallenwil, resp. Hergiswil und Sachseln liegenden Haltepunkte.

Mit der Option 1 „Halt S44 / S55“ wird diese Kernidee aufgebrochen, indem die S44 auch im Kernbereich der Zentralbahn – zwischen Luzern und Horw – halten.

In der folgenden Grafik ist die Haltepolitik der Option 1 dargestellt. Die Abbildung zeigt auch, welches Mengengerüst bei der Option 1 gefahren werden soll: Eine Linie entspricht einem Zug pro Stunde und Richtung.

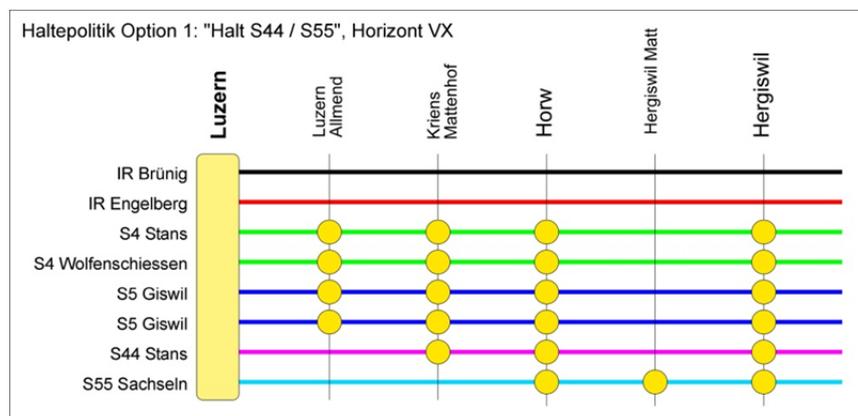


Abb. 03-03: Mengengerüst und Haltepolitik bei der Option 1 „Halt S44“ auf der Basis von VX.

Wie die Grafik zeigt, ermöglicht die Option 1 „Halt S44 / S55“ mit der S55 auch einen Halt in Hergiswil Matt. – Da die Haltestellen Luzern Allmend und Kriens Mattenhof nicht von allen S-Bahnlinien bedient werden, sind akustische und optische Informationssysteme notwendig.

Eine allfällige Haltestelle Luzern Langensand-Steghof könnte nur durch die S4, nicht aber durch die S5 bedient werden (siehe dazu Kapitel Infrastruktur 4.3.5).

3.2.2. Angebotskonzept der Option 1

Die folgende Abbildung zeigt die Streckengrafik zwischen Luzern und Hergiswil der Option 1 mit Halt der S44 in Kriens Mattenhof und Horw, sowie der S55 in Horw und Hergiswil Matt.

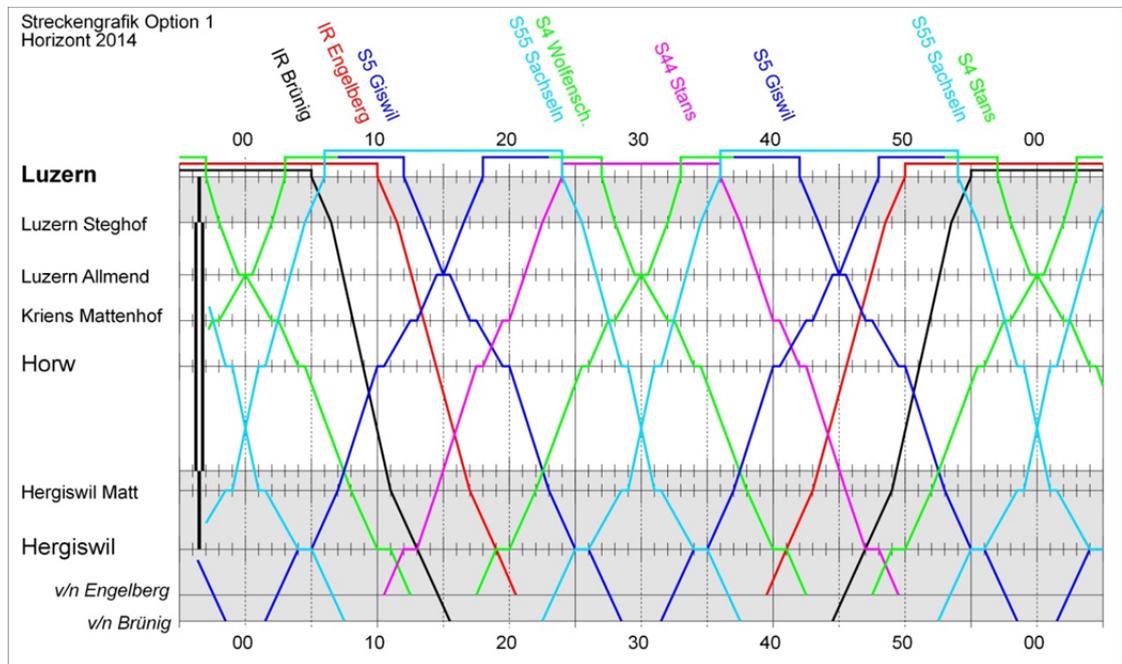


Abb. 03-04: Streckengrafik Luzern – Hergiswil Option 1 „Halt S44“.

Abfahrten Luzern und Horw, Option 1: Zwischenhalte S44 /S55, Basis "VX"					
Abfahrten Luzern			Abfahrten Horw		
Linie	Minute [Min.]	Interval [Min.]	Linie	Minute [Min.]	Interval [Min.]
S5	12	12	S5	10	8
S55	24	3	S44	18	6
S4	27	9	S4	24	8
S44	36	6	S55	32	8
S5	42	15	S5	40	14
S4	57	15	S4	54	16
S5	12		S5	10	

Abb. 03-05: Abfahrten Luzern und Horw bei zusätzlichen Halten der S44 in Kriens Mattenhof und Horw, sowie der S55 in Horw.

Die folgenden beiden Abbildungen zeigen die Angebotskonzepte der Option 1 für die Strecke Luzern – Engelberg (Abb. 03-06), sowie für Luzern – Giswil (Abb. 03-07) (Viriato-Grafiken).

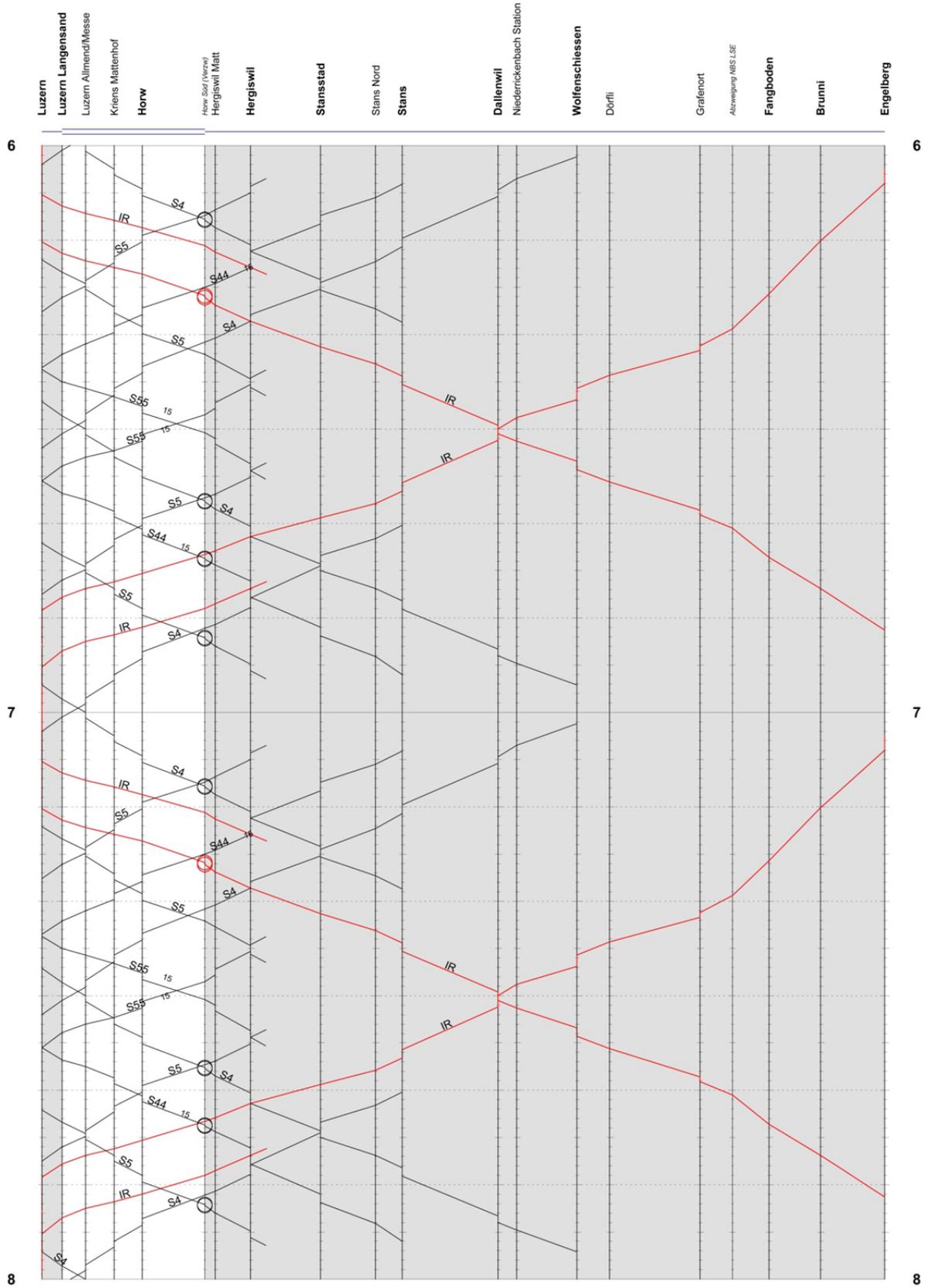


Abb. 03-06: Streckenplan Option 1: Luzern – Engelberg (Grafik Viriato)

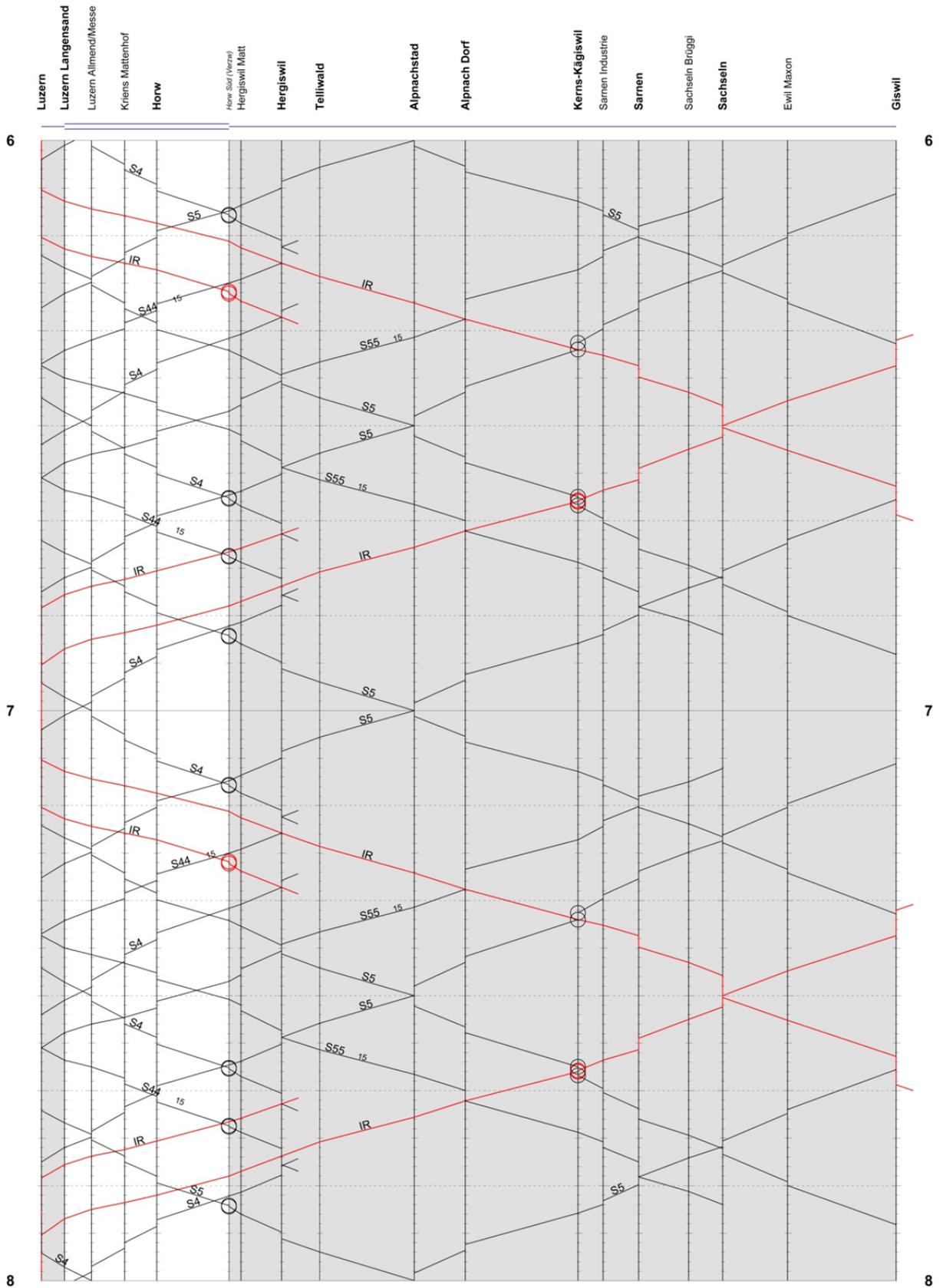


Abb. 03-07: Streckengrafik Option 1: Luzern – Giswil (Grafik Viriato).

Wie die Strecken grafik 03-06 zeigt, kann eine der beiden S4 bis Wolfenschiessen verlängert werden, (bei ursprünglichen Konzept „VX“ verkehren beide S4 nur bis Stans). Möglich wird diese Verbesserung wenn die folgenden drei Randbedingungen eingehalten werden:

- Kein Halt in der geplanten Haltestelle Stans Bitzi (Halt Bitzi löst eine zusätzliche Komposition aus), kein Halt Niederrickenbach.
- Vmax 90 km/h.
- ABe(h) mit maximal Zweiwagen-Modul (fehlende Zugkraft des SPATZ).

Trotz der Verlängerung der S4 bis Wolfenschiessen wird gegenüber dem ursprünglichen „VX“ kein zusätzlicher Umlauf benötigt.

3.2.3. Beurteilung und Kommentar zur Option 1 „Halt S44/Halt 55“

Dank den Zwischenhalten der S44 in Kriens Mattenhof und Horw sowie der S55 in Horw erhöht sich die Zahl der Verbindungen von/nach diesen Destinationen um einen Zug pro Stunde und Richtung. Preis für diese zusätzlichen Zwischenhalte ist der Verlust der Kernaufgabe der S44 und der S55: Die schnelle Verbindung zwischen Luzern und den weiter weg vom Zentrum liegenden Haltepunkte zwischen Stansstad und Dallenwil resp. Alpnachstad und Sachseln. Es gilt abzuwägen, ob diese zusätzliche Erhöhung der Kapazität im Kernbereich der Zentralbahn schwerer wiegen als die schnelle Verbindung nach den genannten Destinationen. Die Differenz zwischen den beiden Varianten beträgt allerdings nur 2 bis 3 Minuten.

Gemäss dem Angebotskonzept „VX“ bieten die S4 und die S5 zwischen Luzern und Horw einen Viertelstundentakt an. Wie die Tabelle 03-05 zeigt, erhält Horw nun sechs Verbindungen nach Luzern, allerdings mit unterschiedlichen Intervallen.

Ziel der Angebotsverbesserung der drei Luzern am nächsten liegenden Haltepunkte ist ein 7.5 Minuten-Takt in der HVZ. Dieses Ziel kann weder mit der Option 1 noch mit zusätzlichen Zwischenhalten der S44 und der S55 erreicht werden.

Bei der Option 1 wird nur die Haltepolitik verändert. Zusätzliche Züge verkehren keine, was einen Vorteil der Option 2 darstellt.

3.3. Option 2: Neue S41 auf der Basis von „VX“

3.3.1. Haltepolitik bei der Option 2

Bei der Option 2 sollen alle 15 Minutenintervalle zu 7.5 Minuten-Intervallen halbiert werden. Mittel dazu ist eine neue S-Bahnlinie S41, welche zwischen Luzern und Horw verkehrt.

Die folgende Grafik zeigt das Mengengerüst sowie die Haltepolitik der Option 2 auf der Basis von „VX“ auf dem Abschnitt Luzern – Hergiswil.

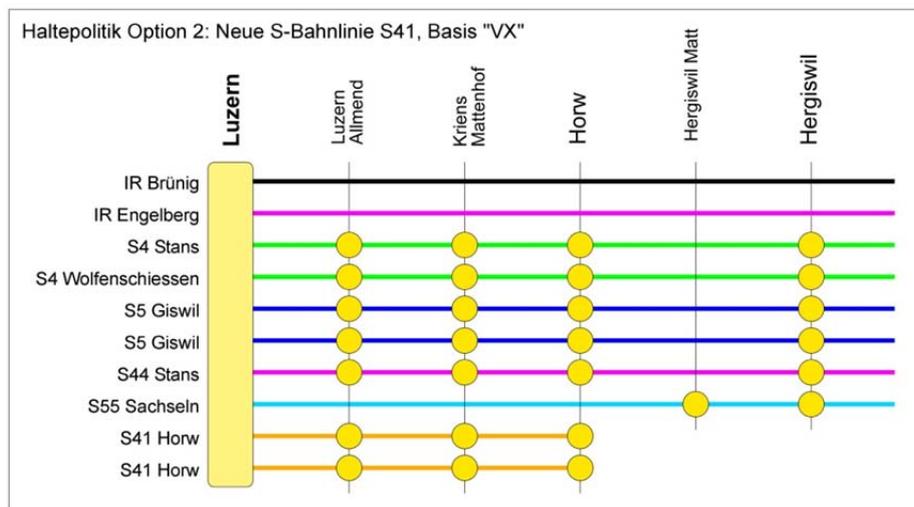


Abb. 03-08: Mengengerüst und Haltepolitik der Option 2 mit S41 auf der Basis von „VX“.

Mit der neuen S41 und den Halten der S44 verdichtet sich das Angebot der drei Haltepunkte Luzern Allmend, Kriens Mattenhof und Horw auf sieben Züge pro Stunde und Richtung (Horw nur Richtung Luzern). Ein Halt an der geplanten Haltestelle Luzern Langensand-Steghof wäre nur mit der S4 möglich (siehe Kapitel Infrastruktur 4.3.5).

3.3.2. Angebotskonzept bei der Option 2

Wie die folgende Streckengrafik, sowie die Tabelle mit den Abfahrten in Luzern und Horw zeigen, kann ein systematisches Angebot mit mittleren Intervallen von 7,5 Minuten gefahren werden. Da nur ganze Minuten angegeben werden wechseln sich die realen Intervalle zwischen 7 und 8 Minuten ab.

Zwischen den Minuten Luzern ab .57 und .12 klafft im Taktgefüge eine Lücke von 15 Minuten. Wie der Streckengrafik zu entnehmen ist verkehren zu dieser Zeit die beiden IR über den Brünig resp. nach Engelberg. Damit kann die S44 – welche diese Lücke schliessen sollte – zu der Minute .04 nicht verkehren.

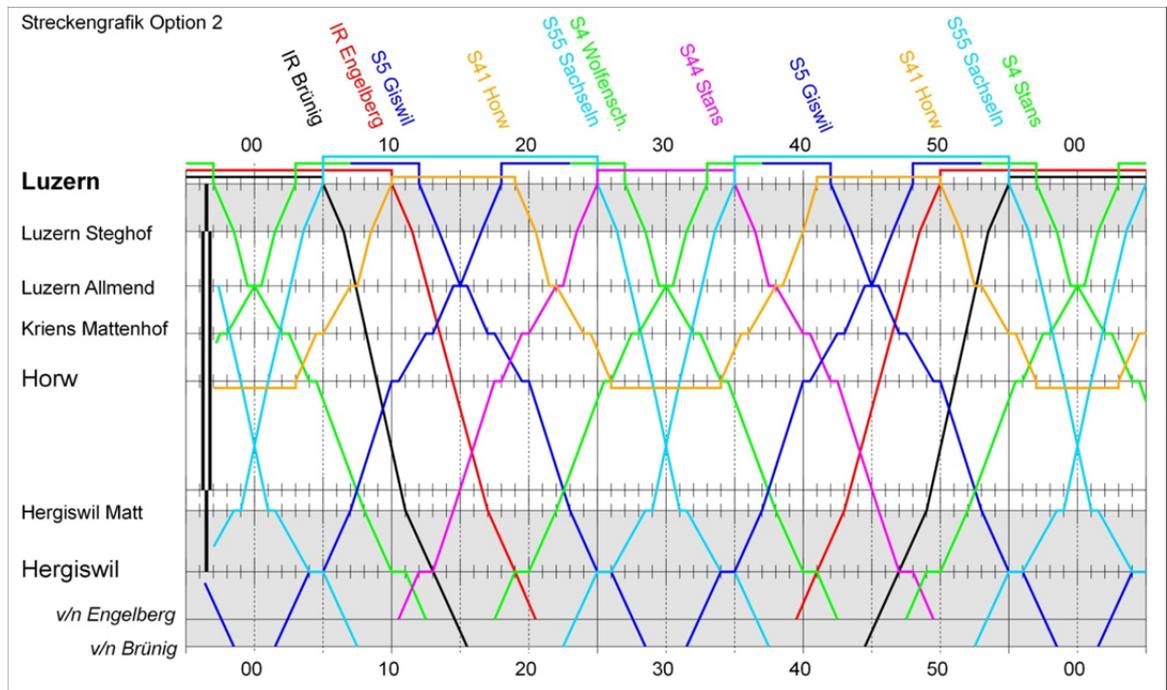


Abb. 03-09: Streckengrafik Luzern – Hergiswil, Option 2 mit S41 auf der Basis von „VX“.

Abfahrten Luzern und Horw, Option 2: S41, Basis "VX"					
Abfahrten Luzern			Abfahrten Horw		
Linie	Minute [Min.]	Interval [Min.]	Linie	Minute [Min.]	Interval [Min.]
S5	12	7	S41	2	8
S41	19	8	S5	10	8
S4	27	7	S44	18	7
S44	34	8	S4	25	7
S5	42	8	S41	32	8
S41	50	7	S5	40	15
S4	57	15	S4	55	7
S5	12		S41	2	

Abb. 03-10: Abfahrten in Luzern und Horw der Option 2 mit S41 auf der Basis von „VX“.

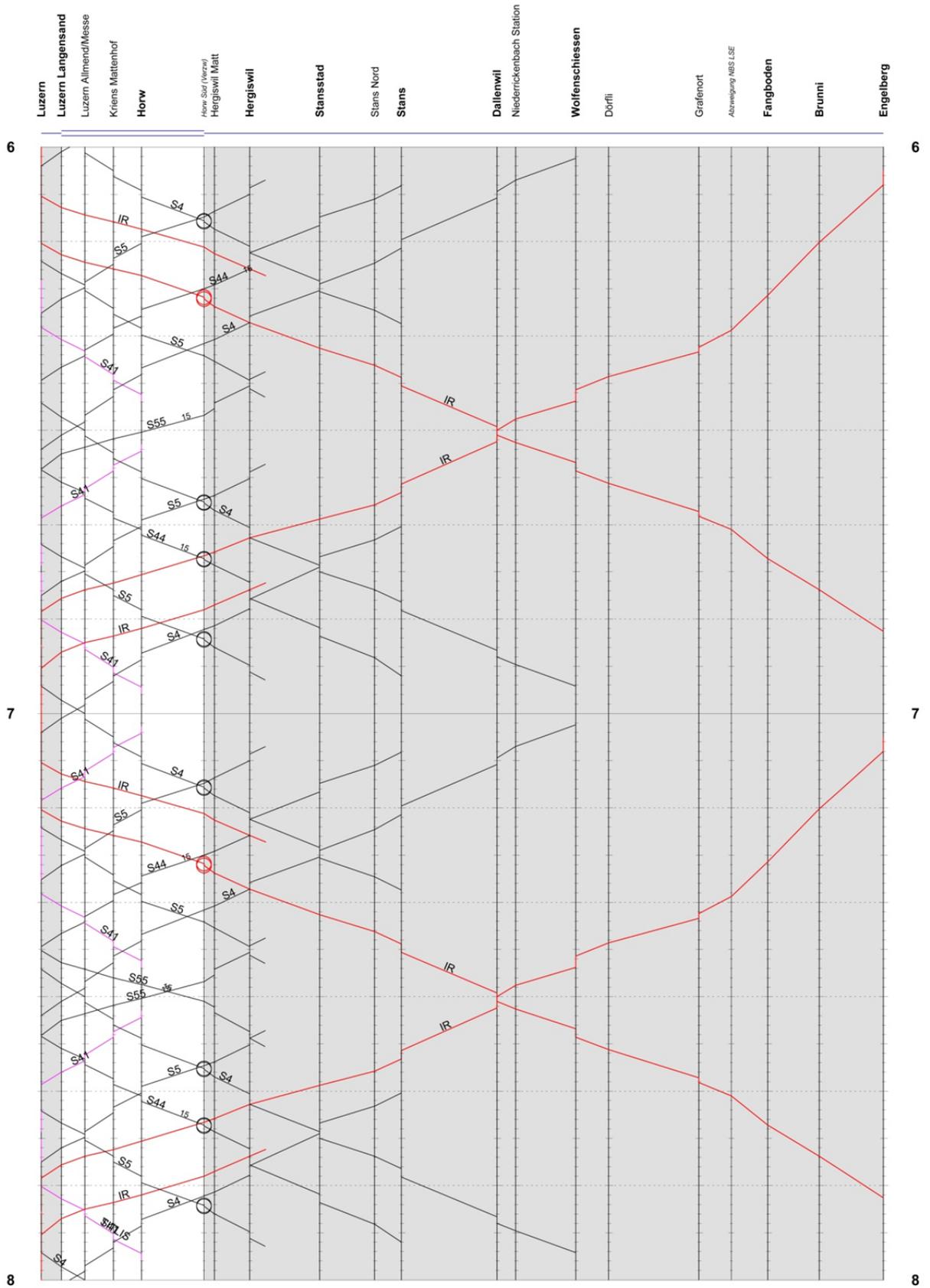


Abb. 03-11: Streckengrafik Option 2, Basis „VX“: Luzern – Engelberg (Grafik Viriato).

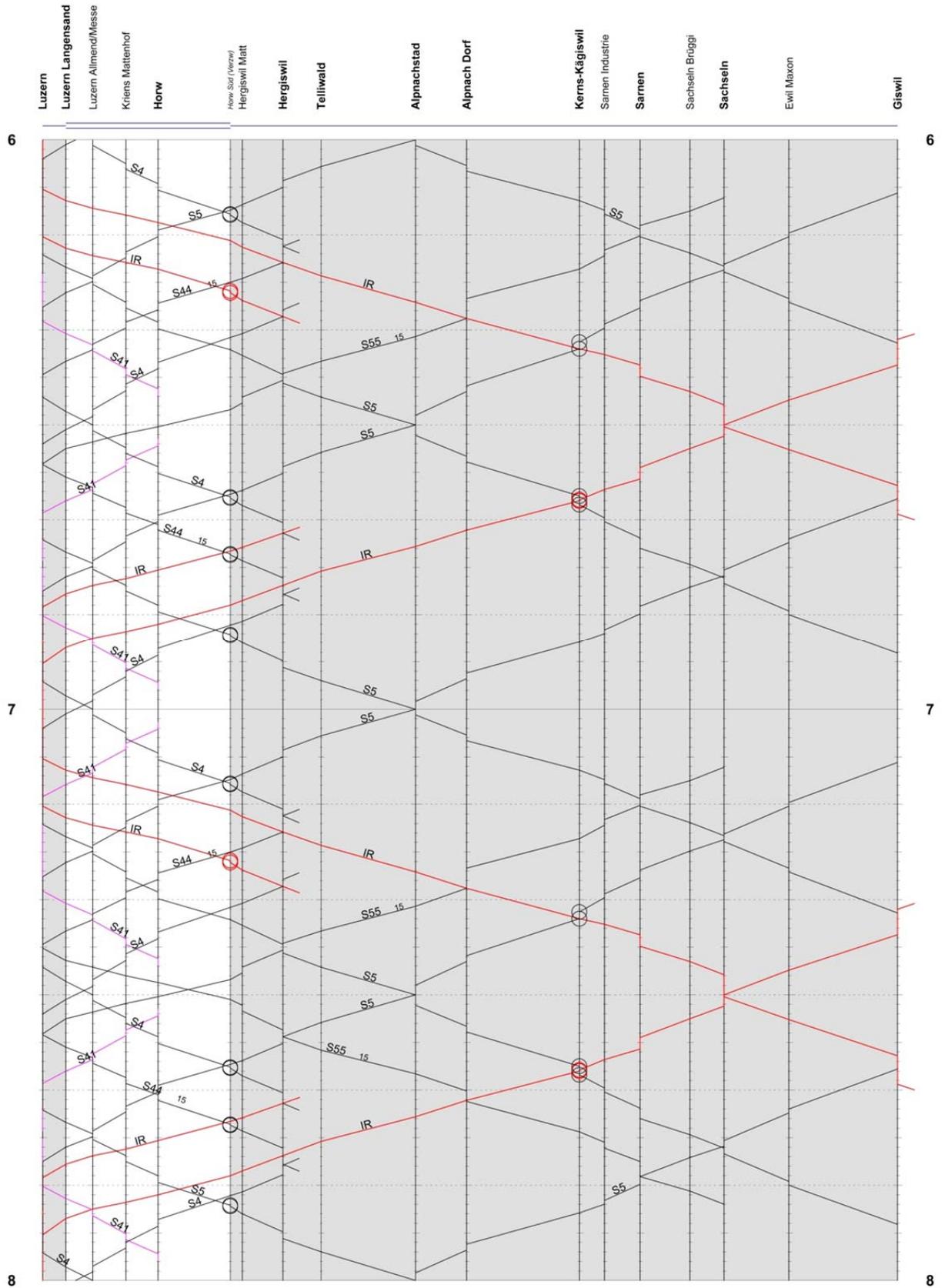


Abb. 03-12: Streckengrafik Option 2, Basis „VX“: Luzern – Giswil (Grafik Viriato)

3.3.3. Beurteilung und Kommentar zur Option 2 „neue S41“

Dank der neuen S-Bahnlinie S41 erhalten die Haltepunkte Luzern Allmend, Kriens Mattenhof und Horw eine 7.5 Minutentakt nach Luzern. Allerdings bleibt im Bereich der vollen Stunde (Fahrplan Luzern ab) eine Taktlücke von 15 Minuten. Das Führen des fehlenden Zuges ist in diesem Zeitbereich nicht möglich, da die verfügbaren Fahrplantrassen zu dieser Zeit von den beiden IR belegt sind.

Auch bei der Option 2 verkehrt die S44 nicht gemäss ihrem ursprünglichen Konzept „VX“: Die angedachte schnelle Verbindung zwischen Luzern und den Haltepunkten Hergiswil, Stansstad und Stans wird – als Folge der zusätzlichen Zwischenhalte – gleich schnell wie die halbstündlich verkehrende S4. Damit erhält Stansstad ein Angebot mit den Intervallen 15, 15, 30 Minuten. Das gleiche gilt für Stans, dessen Angebot aber durch den schnellen IR von/nach Engelberg ergänzt wird.

Zu berücksichtigen ist, dass – zumindest in einer ersten Phase – sowohl die S44 wie auch die S41 nur in den HVZ verkehren werden, das Angebot in den Zwischenzeiten also nach wie vor demjenigen des ursprünglichen „VX“ entspricht.

Das Angebotskonzept mit zusätzlichen Zwischenhalten der S44 und einer neuen, kurzen S41 ist für die Haltepunkte Luzern Allmend, Kriens Mattenhof und Horw zweifellos attraktiv – auch wenn das dichte Angebot in einer ersten Phase – nachfragegerecht – nur in den Spitzenzeiten gefahren werden wird.

3.4. Option 2: Neue S41 – Horizont 2030, Basis „Zentralbahn 2030“ Modul C

3.4.1. Haltepolitik und Mengengerüst

Bei der Option 2 auf der Basis der „Zentralbahn 2030“, Modul C verkehren alle Züge ohne Änderung gemäss dem genannten Konzept. Dieses wird ergänzt durch eine viertelstündlich verkehrende S41 zwischen Luzern und Horw.

Die S44 sowie die S55 fahren ohne Halt von Luzern bis Hergiswil. Zwischenhalte sind nicht möglich. Die beiden S-Bahnlinien übernehmen damit ihre ursprüngliche Funktion von schnellen S-Bahnen zur Erschliessung der hinter Hergiswil liegenden Haltepunkten.

Wie die folgende Grafik zeigt, baut der Fahrplan des um die S41 ergänzten Moduls C der „Zentralbahn 2030“ zwischen Luzern und Hergiswil auf drei, viertelstündlich verkehrenden S-Bahnstrukturen auf: S4 und S5 mit Halt auf allen Haltepunkten, S44 und S55 ohne Halt zwischen Luzern und Hergiswil, sowie dem Shuttle S41 zwischen Luzern und Horw. Zusammen mit den drei IR – Stundentakt IR Brünig, Halbstundentakt IR Engelberg – ergibt dies ab Luzern stündlich 15 Abfahrten.

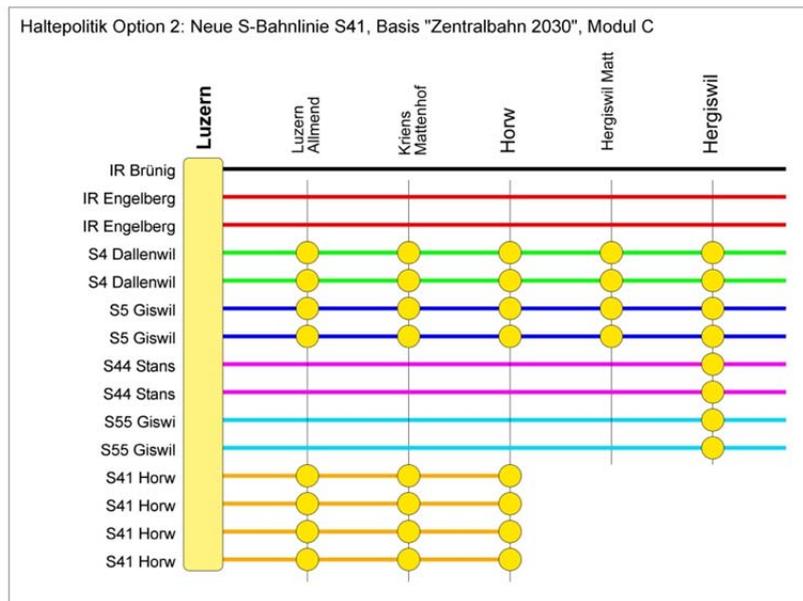


Abb. 03-13: Mengengerüst und Haltepolitik der Option 2 mit S41 auf der Basis der „Zentralbahn 2030“, Modul C.

3.4.2. Angebotskonzept bei der Option 2, „Zentralbahn 2030, Modul C

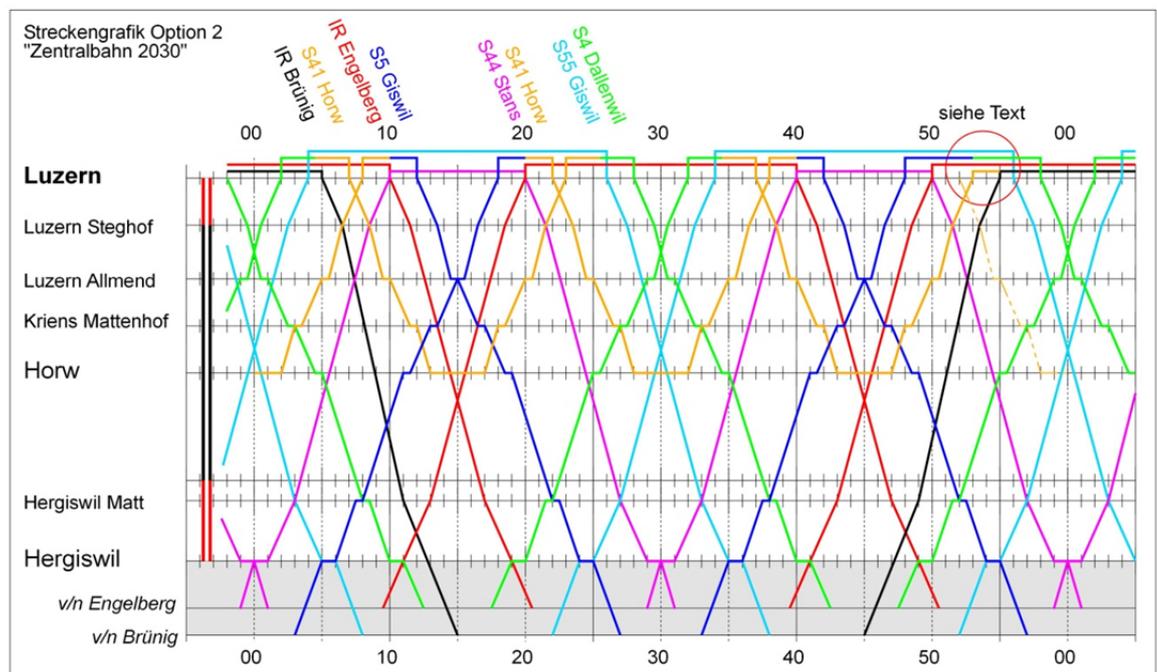


Abb. 03-14: Angebotskonzept Option 2 auf der Basis der „Zentralbahn 2030“, Modul C.

Wie die Grafik zeigt, verkehren sowohl die S4, wie auch die S5 fünf resp. vier Minuten nach ihrer Ankunft in Luzern als S41 nach Horw. Die S4 bildet zusammen mit der einen Hälfte der S41 ein in sich geschlossenes System. Das Gleiche gilt für die S5 und die andere Hälfte der S41. Das System braucht fünf Perronkanten (siehe dazu Kapitel 5 Infrastruktur).

Im Kreis (Abbildung 03-14) ist dargestellt, wie eine S41 zum Zusatzmodul eines 10-teiligen IR Brünig wird. Dabei wird davon ausgegangen, dass dieses Stärken des IR Brünig zeitgleich mit dem Ende der HVZ und damit dem Ende des Einsatzes der S41 stattfindet. Im gleichen Zeitraum geht die S5 nicht mehr in die S41, sondern in die S4 über (Wechsel von HVZ-Regime zum Grundtakt).

Ein Halt der S41 in einer neuen Haltestelle Luzern Langensand-Steghof würde ein drittes Gleis Luzern - Kriens Mattenhof bedingen. Ein Halt der S5 in Luzern Langensand-Steghof löst eine Doppelspurinsel im Raum Niederstad aus (siehe Kapitel Infrastruktur).

Abfahrten Luzern und Horw, Option 2: S41, Basis "ZB 2030" Mod. C					
Abfahrten Luzern			Abfahrten Horw		
Linie	Minute [Min.]	Interval [Min.]	Linie	Minute [Min.]	Interval [Min.]
S41	7		S41	2	
		5			9
S5	12		S5	11	
		10			6
S41	22		S41	17	
		6			8
S4	28		S4	25	
		8			7
S41	36		S41	32	
		6			9
S5	42		S5	41	
		10			6
S41	52		S41	47	
		6			8
S4	58		S4	55	
		9			7
S41	7		S41	2	

Abb. 03-15: Abfahrten in Luzern und Horw der Option 2 mit S41; Basis „Zentralbahn 2030“, Modul C.

Das Angebot zwischen Luzern und Horw besteht aus den zwei sich überlagernden Systemen S4/S5, sowie S41. S4/S5 verkehren annähernd im Viertelstundentakt – Abweichung 1 Minute – während bei der S41 die Abweichungen vom Viertelstundentakt grösser sind. Daraus resultiert ein Fahrplan mit acht Verbindungen pro Stunde und Richtung mit beträchtlichen Taktabweichungen: Intervalle zwischen 5 und 10 Minuten.

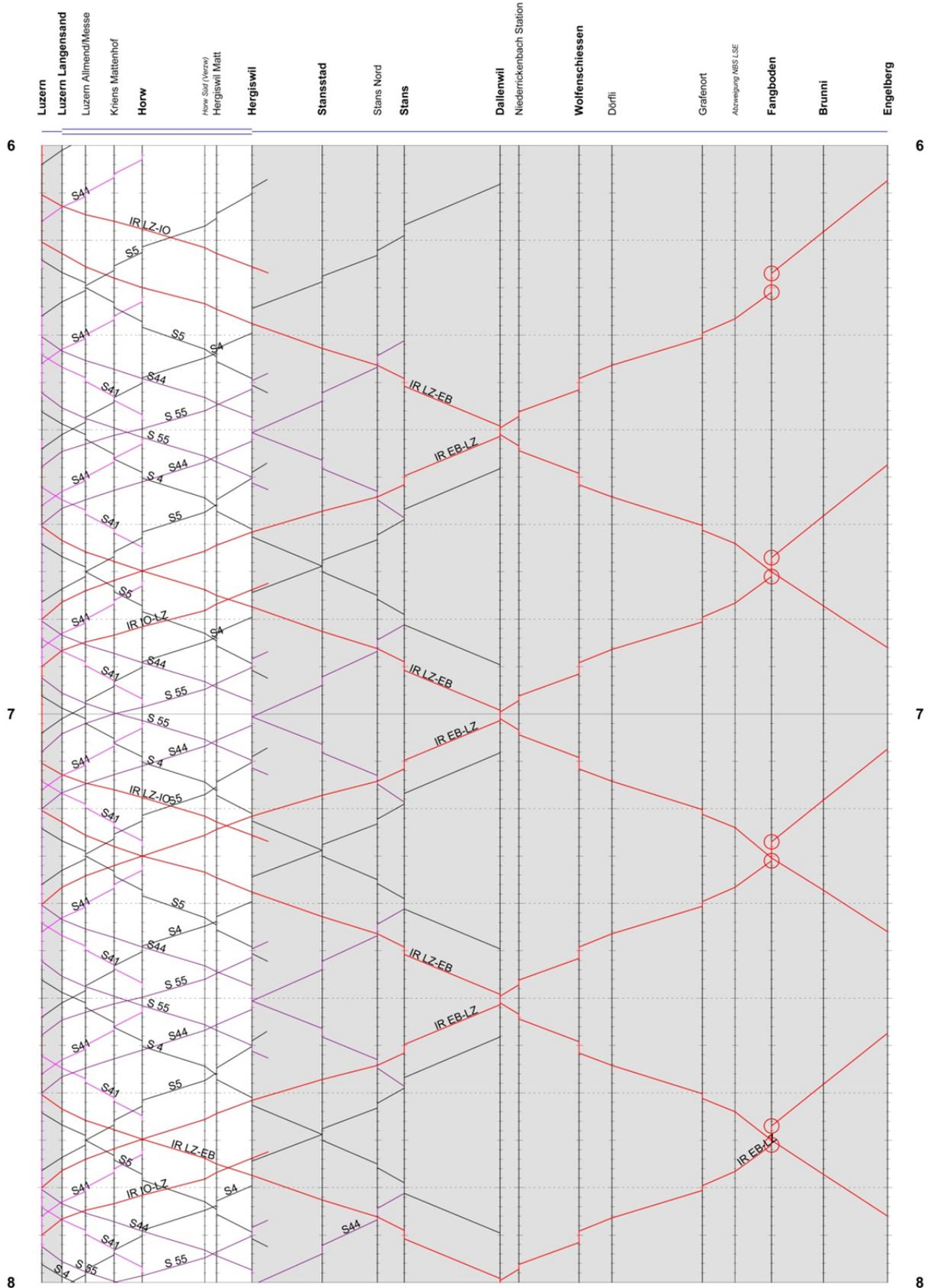


Abb. 03-16: Streckengrafik Option 2, Basis „Zentralbahn 2030“, Modul C: Luzern – Engelberg (Grafik Viriato)

3.4.3. Beurteilung und Kommentar zur Option 2, Basis „Zentralbahn 2030“, Modul C

Bei der Option 2 auf der Basis der „Zentralbahn 2030“, Modul C verkehren zwischen Luzern und Horw 15 Züge pro Stunde und Richtung. Für diesen ausserordentlich dichten Fahrplan – im Mittel alle vier Minuten ein Zug – ist eine durchgehende Doppelspur Luzern – Hergiswil unumgänglich (siehe dazu Kapitel „Infrastruktur“).

Wie der Abbildung 03-15 zu entnehmen ist, kann kein reiner 7.5 Minuten-Takt gefahren werden. Die fahrplanmässigen Zugfolgezeiten bewegen sich zwischen 5 und 10 Minuten. Damit ist die Differenz bei den Zugfolgezeiten grösser als bei der Option 2 auf der Basis von „VX“.

Allerdings können bei der Option 2 auf der Grundlage der „Zentralbahn 2030“ acht Züge pro Stunde verkehren, während bei „VX“ eine Lücke von einer Viertelstunde notwendig wird.

Trotz des relativ unregelmässigen Fahrplans ist der Fahrplan der Option 2, „Zentralbahn 2030“, Modul C sehr attraktiv. Dies auch deshalb, weil ein derart dichter Fahrplan – im Gegensatz zu einem Stunden- oder Halbstundentakt – nicht mehr merkbar sein muss: Der Fahrgast begibt sich ohne Konsultation des Fahrplans auf den Bahnhof resp. die Haltestelle, da innerhalb von höchstens 10 Minuten – wahrscheinlich aber deutlich früher – ein Zug zu erwarten ist. – Wie bei der Option 1 bereits erwähnt, lösen die Bus-Hubs in Horw und Kriens Mattenhof eine gewisse Nachfragesteigerung aus.

3.5. Bewertung der Fahrplanoptionen aus Kundensicht

Die zwei Optionen wurden aus Kundensicht anhand von zwei Kriterien bewertet und einander gegenüber gestellt. In der Bewertung der Varianten schneidet die Option 2 mit einer S41 klar besser ab als die Option 1 mit zusätzlichen Halten der S44 und S55. Das liegt hauptsächlich darin begründet, dass die Option den Takt –zumindest teilweise – auf siebeneinhalb Minuten verdichtet.

Kriterium:	Fahrplanoption 1: Halt S44/S55	Fahrplanoption 2: Halt S44/S41
Haltepolitik Luzern - Horw		
Taktdichte		
Anschlüsse Zentralbahn an die Normalspur		
Reisezeiten		
Fahrplaneffizienz		
Fahrplanstabilität		

Abb. 03-18: Kundennutzen der beiden Fahrplanvarianten „Halt S44/S55“ und „Halt S44/S41“ im Vergleich

Die Abbildung zeigt, dass die Fahrplanoption 2, „Halt S44/S41“ besser abschneidet als die Option „Halt S44/S55“.

3.6. Angebotskonzept IR Brünig

3.6.1. Fahrplan beim Angebotskonzept „VX“

Bei „VX“ ist beim IR Brünig kein Halbstundentakt möglich. Wie die Abbildung auf der folgenden Seite zeigt, ist nur ein sehr langsam trassierter „Saisonzug“ zwischen Luzern und Meiringen möglich. Eine Weiterführung nach Interlaken Ost ist ohne Infrastrukturmassnahmen nicht möglich.

Die Reisezeit des „Saisonzuges“ zwischen Luzern und Meiringen beträgt 91 Minuten, diejenige des Regel-IR's 72 Minuten. Die Reisezeit des „Saisonzuges“ ist um 19 Minuten oder um 36% langsamer. Zu dieser langen Reisezeit hinzu kommt die fehlende Verbindung von Meiringen nach Interlaken Ost.

Allerdings liegt der Kapazitätsengpass des IR Brünig – auch an Wochenenden – zwischen Luzern und Giswil und nicht im Bereich der Bergstrecke. Damit muss die fehlende Kapazität des IR Brünig nicht unbedingt mit einem Zusatzangebot auf der Bergstrecke kompensiert werden. Vielmehr reicht eine zusätzliche Verbindung im Talbereich, indem zum Beispiel die S55 auch an Wochenenden geführt wird.

3.6.2. Fahrplan beim Angebotskonzept „Zentralbahn 2030“, Modul C

Auch bei der „Zentralbahn 2030“ ist beim Modul C kein halbstündlicher IR-Brünig möglich. Um diesen zu fahren braucht es das Modul D mit weiteren Infrastrukturausbauten: Verlängerung der Doppelspur „Chäppeli“ Richtung Brünig sowie Kreuzungsstelle „Summerau“ am Dorfeingang von Meiringen. Möglich ist ein „Saisonzug“ mit ähnlichen, unattraktiven Reisezeiten wie beim Konzept „VX“ (nicht dargestellt). Allerdings ist das Modul C bis 2025 nicht finanziert.

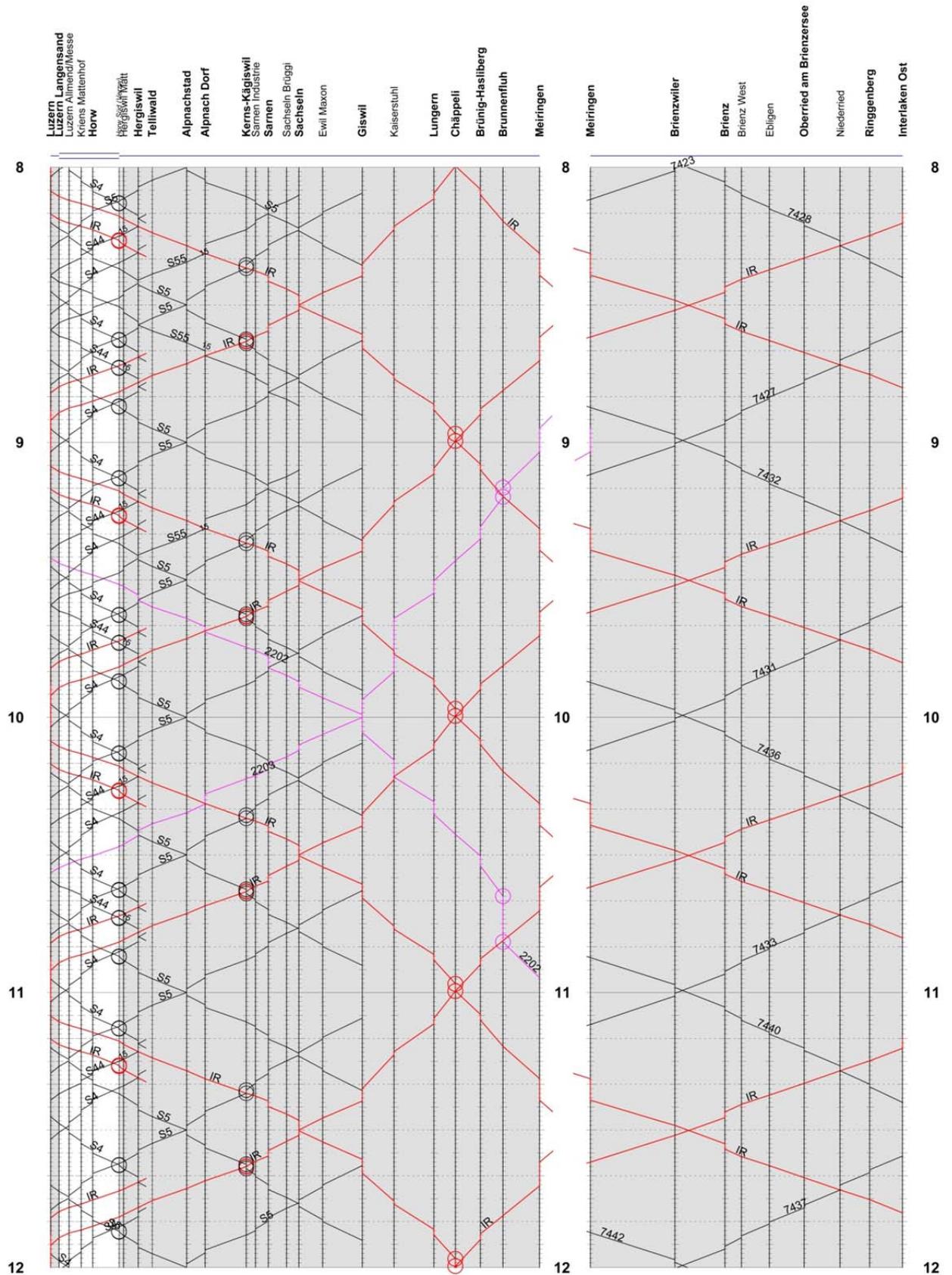


Abb. 03-19: Streckengrafik „Saisonzug“ Brünig, Angebotskonzept „VX“

3.7. Angebotskonzept IR Engelberg

3.7.1. Fahrplan beim Angebotskonzept „VX“

(Siehe Streckengrafik Abbildung 03-19) Beim Angebotskonzept „VX“ ist das Führen eines „Saisonzuges“ in der Lastrichtung, wenn keine S44 verkehrt, möglich. Er fährt allerdings nur ungefähr halbstündlich zum IR Engelberg.

Sollen der „Saisonzug“ wie auch die S44 fahren, ist eine Kreuzungsstelle, resp. eine Doppelspurinsel im Raum Stans Bitzi notwendig.

Beim Angebotskonzept „VX“ kann der „Saisonzug“ nur in der jeweiligen Lastrichtung verkehren, da der Kreuzungspunkt im Tunnel Engelberg unterhalb der Kreuzungsstelle „Brunni“ liegen würde.

3.7.2. Fahrplan beim Angebotskonzept „Zentralbahn 2030“, Modul C

(Siehe Streckengrafik 03-20) Beim Modul C der „Zentralbahn 2030“ ist ein exakter Halbstundentakt des IR Engelberg möglich. Allerdings nur bei Szenario „Touristen“. Szenario „Touristen“ heisst, dass die Nachfrage auf der touristischen Relation Luzern Engelberg dominiert, diejenige im Pendlerbereich jedoch eher gering ist.

Das heisst, dass der Halbstundentakt während des Wochenendes gefahren werden kann, wenn die hauptsächlich dem Pendlerverkehr dienende S44 nicht fährt. In der HVZ während der Werkstage hingegen ist eine Führung des zweiten IR Engelberg nicht möglich.

Bei der Infrastruktur ist – neben der durchgehenden Doppelspur Luzern – Hergiswil ein zusätzliches Wendegleis in Dallenwil nötig (Kreuzung IR – Engelberg mit „Saisonzug“ und gleichzeitiges Wenden der S4 in Dallenwil). Der Bau der Doppelspurinsel Stans Bitzi ermöglicht das gleichzeitige Führen von S44 und „Saisonzug“ (siehe auch Kapitel Infrastruktur).

Die folgenden zwei Streckengrafiken zeigen den Titlisexpress bei „VX“ sowie bei der „Zentralbahn 2030“.

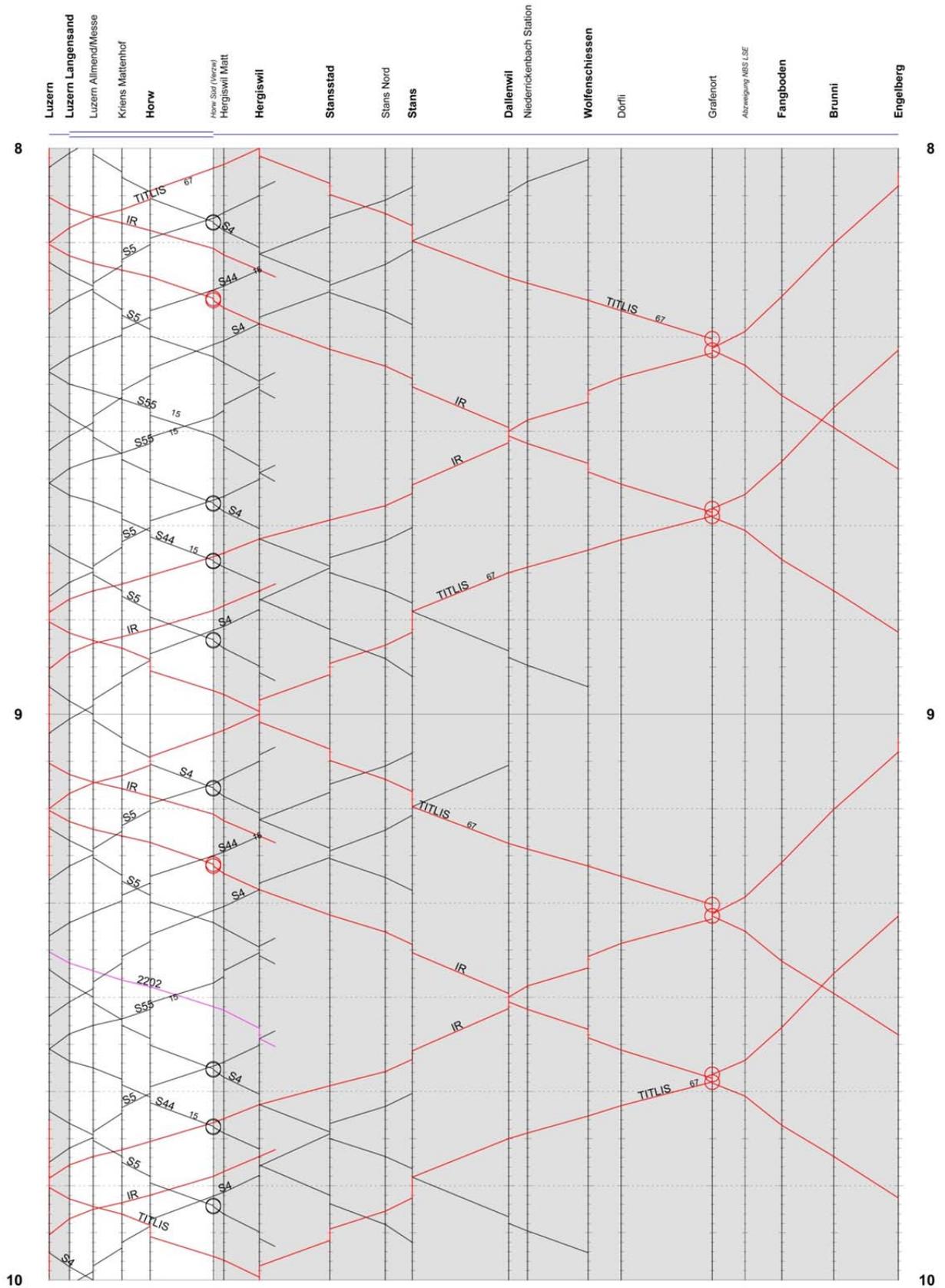


Abb. 03-20: Streckengrafik IR Engelberg und „Titlisexpress“ Angebotskonzept „VX“

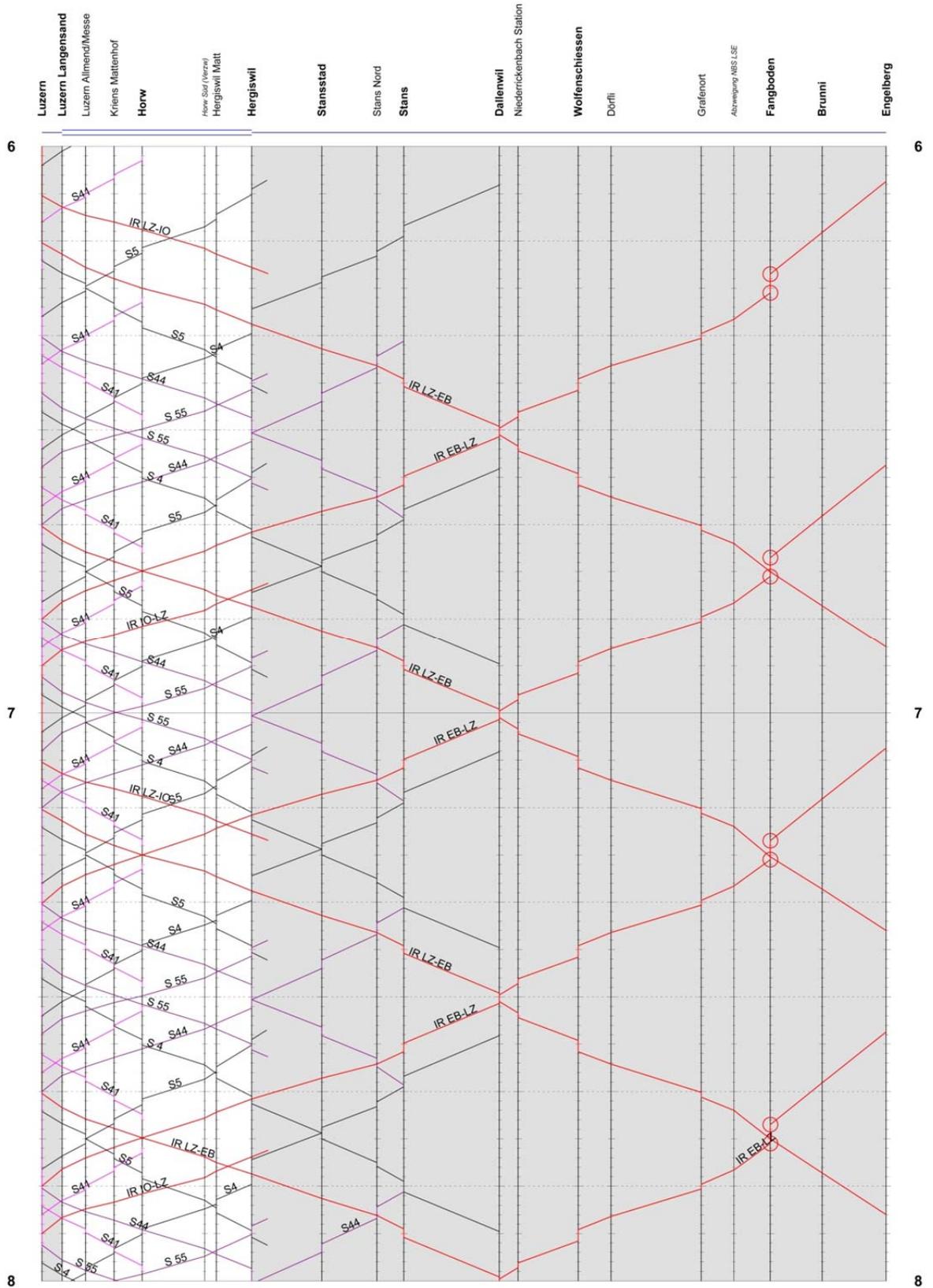


Abb. 03-21: Streckengrafik mit halbstündlichem IR Engelberg. Angebot „Zentralbahn 2030“, Modul C, ergänzt mit der S41.

4. Infrastruktur

4.1. Infrastruktur bei „VX“ und „Zentralbahn 2030“, Modul C

4.1.1. Infrastruktur beim Angebotskonzept „VX“

Das Angebotskonzept „VX“ ist die Grundlage für den Fahrplan 2014 (Inbetriebnahme Tieflegung Luzern). Alle für „VX“ notwendigen Infrastrukturmassnahmen sind – mit einer Ausnahme – bereits umgesetzt, resp. in Umsetzung begriffen. Dies gilt für das gesamte Netz zwischen Hergiswil und Engelberg, resp. Hergiswil und Interlaken Ost.

Diese Ausnahme ist die Doppelspur „Schlüssel“ (Kantonsgrenze) – Hergiswil Matt, welche für den Fahrplan 2014 nicht zur Verfügung steht. Analysen des Fahrplans 2014 haben ergeben, dass „VX“ ohne diese Doppelspur gefahren werden kann, wenn auf den Halt Hergiswil Matt der S4 und der S5 verzichtet wird.

Ob und unter welchen Bedingungen die Optionen 1 und 2 (Halt S44/S55, resp. S44/S41) im Kernbereich Luzern – Hergiswil noch Massnahmen notwendig sind, wird im vorliegenden Kapitel diskutiert.

4.1.2. Infrastruktur bei der „Zentralbahn 2030“, Modul C (Überblick)

Die Kartenübersicht auf der folgenden Seite vermittelt einen Überblick über die Infrastrukturmassnahmen beim Modul C der „Zentralbahn 2030“. Das Modul C wurde vom Bund im Rahmen der damaligen Bahn 2030 (heute FABI, resp. STEP) zur Umsetzung empfohlen. Es dient deshalb im vorliegenden Bericht als Grundlage für alle langfristigen Arbeiten.

Objekt, Infrastrukturmassnahme	Planungsstand
Doppelspur Bahnhof Luzern	In Planung begriffen
Doppelspur Schlüssel - Hergiswil (inkl. Haltestelle Hergiswil Matt)	In Planung begriffen
Doppelspurinsel Stans Bitzi (inkl. Haltestelle Stans Bitzi)	In Planung begriffen
Kreuzungsstelle Telliwald (Alpnachersee)	Planung noch offen, Studien
Doppelspur Kerns-Kägiswil - Sarnen (inkl. Hst. Sarnen Industrie)	Planung weit fortgeschritten, oder in Umsetzung
Kreuzungsstelle Ewil	Planung noch offen, Studien
Doppelspur Zollhaus	Planung weit fortgeschritten, oder in Umsetzung
	Planung noch offen, Studien
	In Planung begriffen
	Planung weit fortgeschritten, oder in Umsetzung

Abb. 04-01: Übersicht über die bei der „Zentralbahn 2030“, Modul C notwendigen Infrastrukturmassnahmen (siehe auch folgende Karte).

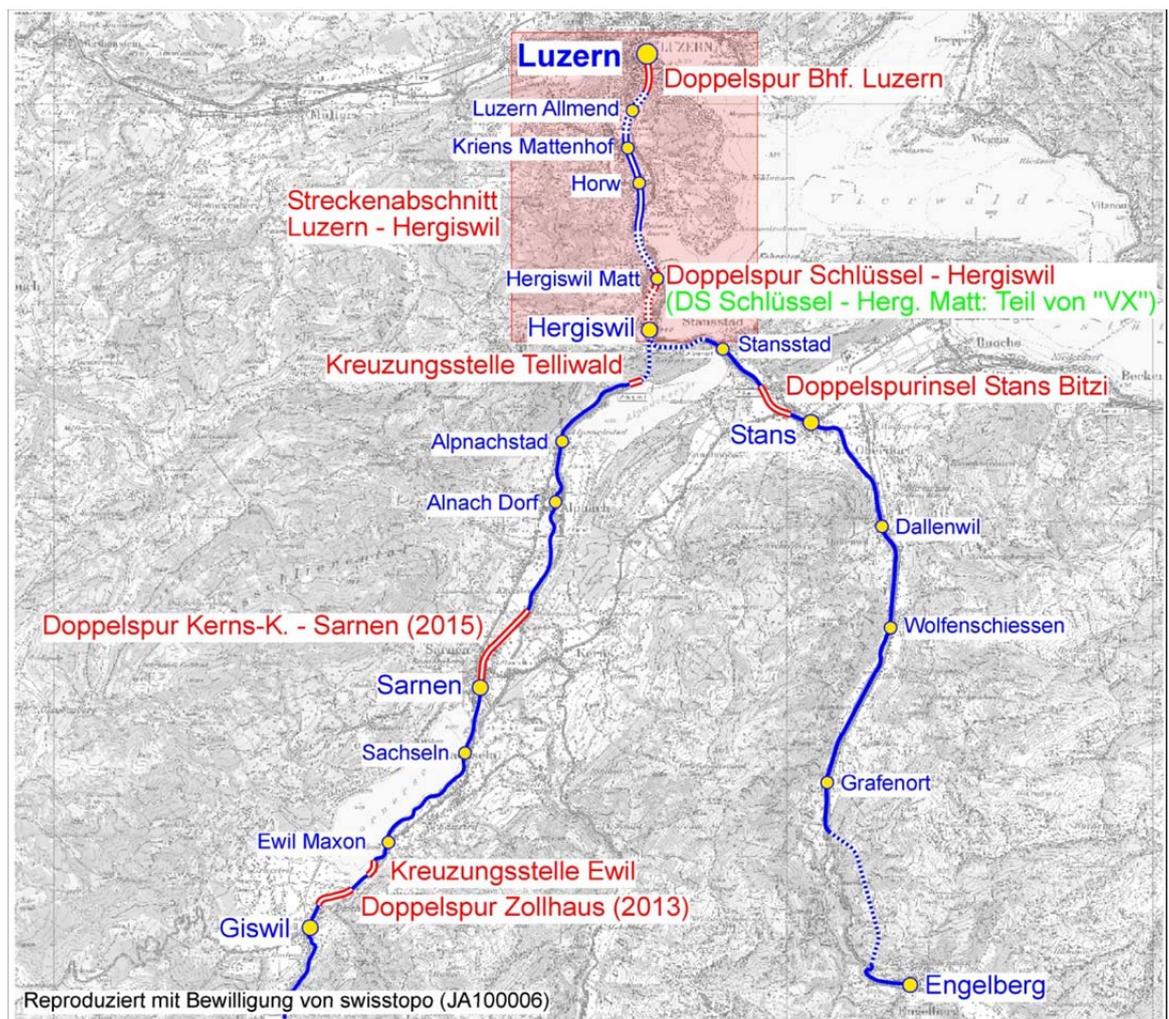


Abb. 04-02: Übersichtskarte über die bei der „Zentralbahn 2030“, Modul C notwendigen Infrastrukturmassnahmen.

4.2. Infrastrukturmassnahmen bei den Angebotskonzepten Option 1 und 2

Auf dem Streckenabschnitt Luzern – Horw sind für die Umsetzung der Optionen 1 (Halt S44/S55) resp. Option 2 (Halt S44/S41) sind auf der Basis von „VX“ die folgenden Infrastrukturmassnahmen umzusetzen (die „Zentralbahn 2030“ wird nicht betrachtet):

- Doppelspur/Entflechtung Vorbahnhof Luzern
- Wendegleis Horw
- Perronverlängerungen (Kriens Mattenhof, Alpnachstad, Ewil Maxon)
- Verlängerung der Kreuzungsstelle Stans

Die folgende Abbildung zeigt wann, resp. bei welchem Angebotskonzept die verschiedenen Infrastrukturmassnahmen umzusetzen sind. Mitberücksichtigt sind auch die jeweils verschiedenen Varianten:

Angebotskonzept	Angebotskonzept VX, Horizont 2014; 2020		Zentralbahn 2030 Horizont 2030
	Option Halt S44/S55	Option S41	Option S41 1)
Infrastruktur			
Fünfte Perronkante Bahnhof Luzern	kein Ausbau nötig	kein Ausbau nötig	Ausbau nötig
Entflechtung Bhf. Luzern	kein Ausbau nötig	drei Varianten	drei Varianten
Wendegleis Horw	kein Ausbau nötig	Wendegleis Hauskante	Wendegleis Mittelperron
Perronverlängerungen	Stans, Kriens Matth. Alpnachstad, Ewil	kein Ausbau nötig	kein Ausbau nötig
<div style="display: flex; justify-content: space-between; align-items: flex-start;"> <div style="width: 20px; height: 10px; background-color: #d9ead3; border: 1px solid #000; margin-bottom: 5px;"></div> <div>kein Ausbau nötig</div> </div> <div style="display: flex; justify-content: space-between; align-items: flex-start;"> <div style="width: 20px; height: 10px; background-color: #f4cccc; border: 1px solid #000; margin-bottom: 5px;"></div> <div>Ausbau nötig (verschiedene Varianten)</div> </div>			
1) Option 41, Horizont 2030: Option 41 + halbstündliche S44 und S55.			

Abb. 04-03: Übersichtstabelle: Umsetzung der vier Projekte im Abschnitt Luzern – Horw in Abhängigkeit zu den unterschiedlichen Angebotskonzepten resp. Zeithorizonten.

- Die fünfte Perronkante in Luzern ist erst bei der „Zentralbahn 2030“ mit einer viertelstündlich verkehrenden S41 nötig. Ein früherer Ausbau steigert jedoch die Fahrplanstabilität.
- Für die Doppelspur im Bahnhof Luzern gibt es drei Optionen:
 - Doppelspur der Zentralbahn ohne Veränderung der Struktur der Normalspur.
 - DS der Zentralbahn mit zusätzlichen Kreuzungsmöglichkeiten für die Normalspur.
 - Räumliche Trennung von Meter- und Normalspur.
- Das Wendegleis in Horw ist bei allen Optionen mit einer S41 notwendig. In einer ersten Phase auf der Basis von „VX“ kann die Hauskante als Wendegleis dienen. Auf der Basis der „Zentralbahn 2030“ muss das Wendegleis aber in der Mitte zwischen den beiden Streckengleisen liegen (Gleis 2). Untersucht wird hier nur der Ausbau der Hauskante (Gleis 1) als peripheres Wendegleis.

4.3. Zu den einzelnen Infrastrukturmassnahmen

4.3.1. Fünfte Perronkante im Bahnhof Luzern

Wie der Streckengrafik 03-14 zu entnehmen ist, braucht es im Bahnhof Luzern bei der „Zentralbahn 2030“, Modul C fünf Perronkanten. Hingegen kann das Angebotskonzept „VX“ auch mit den heute vorhandenen vier Perronkanten gefahren werden.

Angesichts der grossen Problematik bei der Querung der Meterspur durch die Normalspur trägt jedoch eine fünfte Perronkante viel zur Stabilisierung des Fahrplans bei. Es wäre deshalb sinnvoll, die fünfte Perronkante vorzeitig zu realisieren, da sie bei der „Zentralbahn 2030“ ohnehin nötig. Das folgende Foto zeigt die heutige Situation der beiden Zentralbahngleise 15 und 16.



Abb. 04-04: Heutige Situation, Hallengleise 15 und 16: Nur das Gleis 15 besitzt eine Perronkante, das Gleis 16 jedoch nicht.

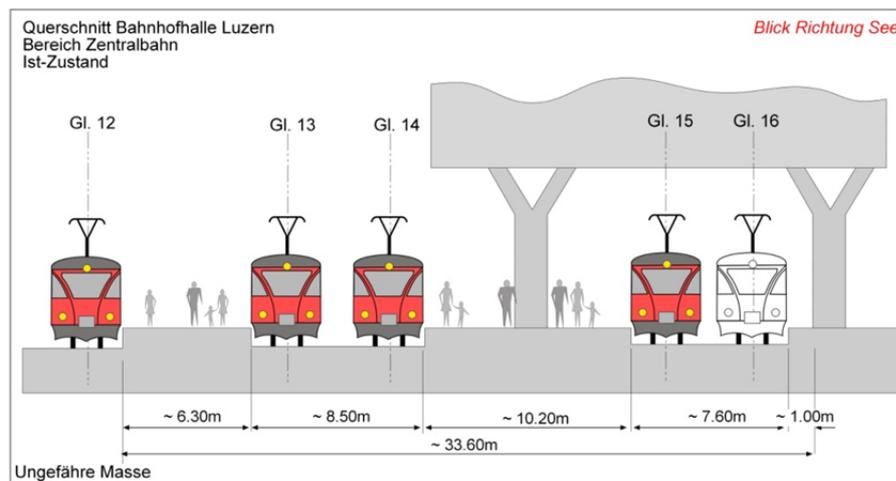


Abb. 04-05: Heutige Situation, Hallengleise 15 und 16: Nur das Gleis 15 besitzt eine Perronkante, nicht jedoch das Gleis 16. Eine zusätzliche Perronkante am Gleis 16 trägt bei „VX“ viel zur Stabilität des Fahrplans bei und ist bei der „Zentralbahn 2030“ ohnehin notwendig.

Eine zusätzliche Perronkante lässt sich generieren, indem die beiden Gleise 15 und 16 um rund 1.20 Meter Richtung Gleis 14 verschoben werden. Damit erhält das Gleis 16 statt der heutigen Hilfskante eine vollwertige Perronkante. Diese misst im Bereich der Stützen des darüber liegenden Gebäudes rund 2.20 Meter. Zwischen den Stützen sind es etwa 4.50 Meter (alle Masse sind als ungefähr zu verstehen).

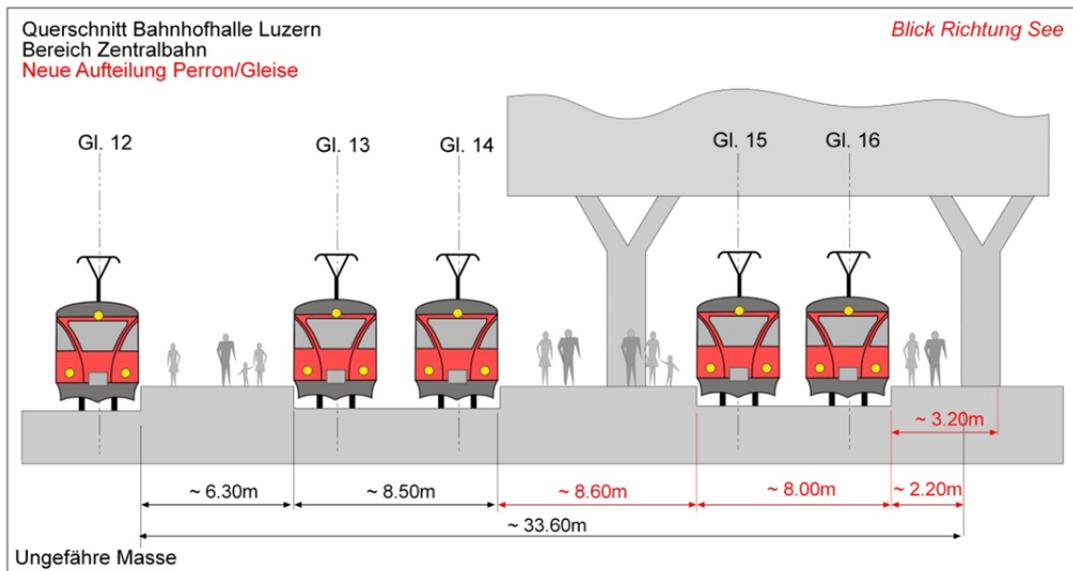


Abb. 04-06: Querschnitt neue Situation mit den beiden ca. 1.20 Meter Richtung Gleis 14 verschobenen Gleisen 15 und 16 sowie der zusätzlichen neuen Perronkante am Gleis 16.

Sowohl Gleis 15 wie auch Gleis 16 sind nach wie vor kürzer als die drei übrigen Hallengleise. Die folgende Abbildung zeigt die Topologie der Zentralbahn im Bahnhof Luzern mit fünf Perrongleisen resp. Perronkanten. Der Zugang zum Gleis 16 liegt rund 70 Meter südlich der Gleishalle.

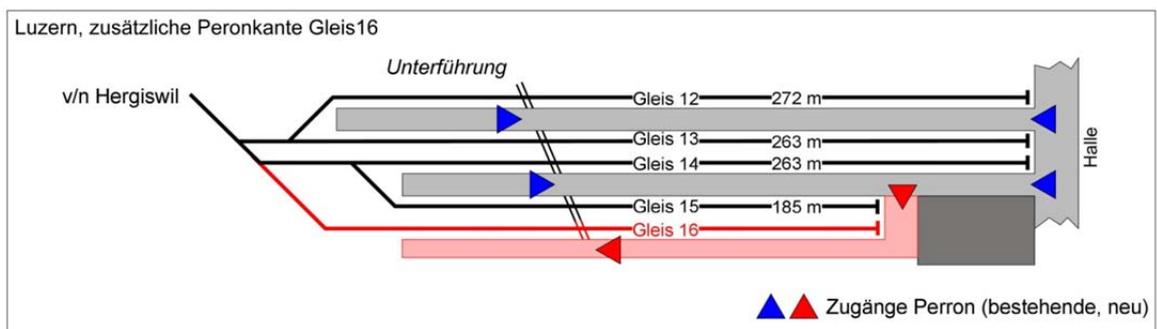


Abb. 04-07: Topologie der Zentralbahn im Bahnhof Luzern mit fünfter Perronkante (nur Hauptgleise dargestellt).

Kostenschätzung:

Die Kostenschätzung für die Verschiebung der beiden Gleis 15 und 16 sowie die signalmässige Einfahrt auf Gleis 16 ergibt einen Betrag von 1.60 Mio. Franken. Diese Summe versteht sich ohne Verlängerung der Personenunterführung. Kostenschätzung mit einer Genauigkeit von plus/minus 30%.

4.3.2. Doppelspur/Entflechtung im Vorbahnhof Luzern

Mit der zunehmenden Zugzahl der Zentralbahn wird das Queren der Meterspur durch die Normalspur immer schwieriger. Diese Querung ist notwendig um die Abstellanlagen der Gleisgruppen 400, 500 und 600 „Rösslimatt“ der Normalspur zu erreichen.

Nach der Inbetriebnahme der Tieflegung Luzern werden ausserhalb der HVZ 24 Züge pro Stunde (beide Richtungen) den Vorbahnhof Luzern queren. In der HVZ sind es bis zu 44 Züge pro Stunde.

Damit stellt sich die Frage, welche Massnahmen zu ergreifen sind, um das Queren der Meterspur durch die Normalspur auch in Zukunft sicher zu stellen.

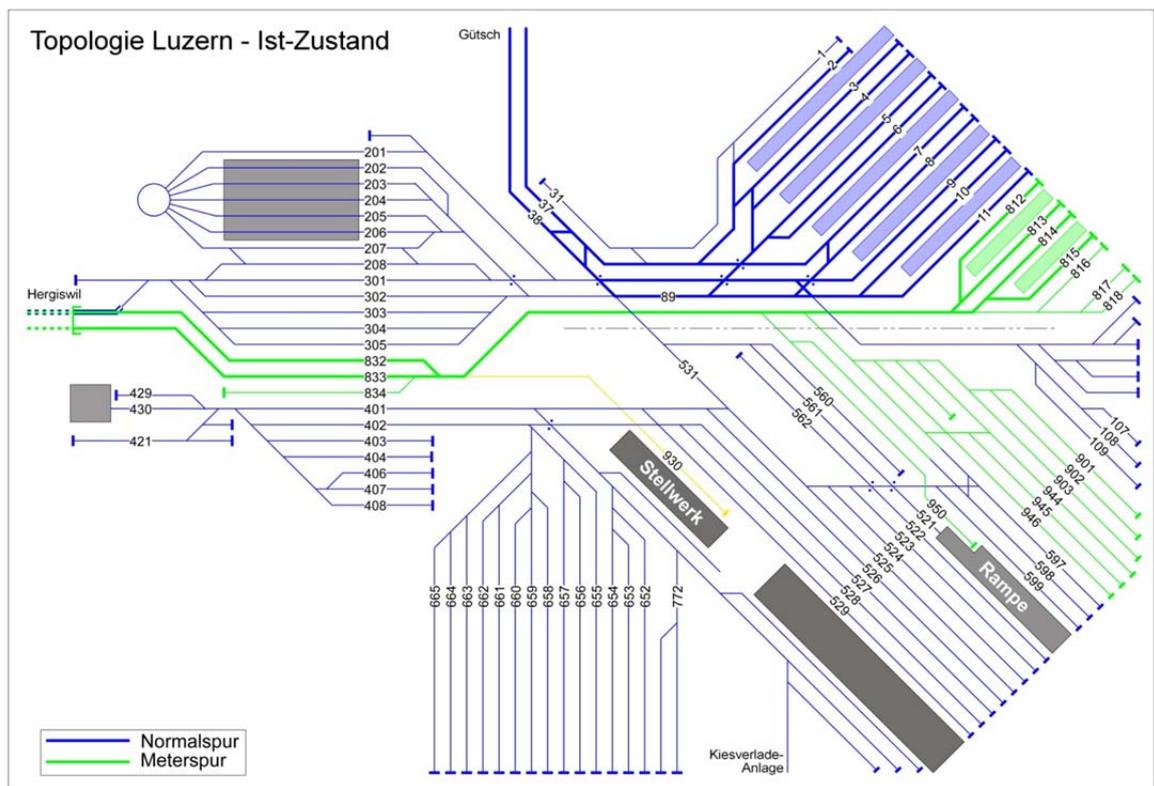


Abb. 04-08: Topologie des Bahnhofs Luzern, nach Inbetriebnahme der Tieflegung Luzern. Gilt als Ist-Zustand.

Auf Grund des aktuellen Planungsstandes kann davon ausgegangen werden, dass bis etwa 2020 noch knapp genügend Kapazität für Querungen der Meterspur durch die Normalspur vorhanden sein wird. Allerdings nur ausserhalb der HVZ. Da sich die HVZ-Zeiten tendenziell verlängern werden, schrumpft der Zeitraum für die Querungen kontinuierlich. Damit werden Querungen auch während der HVZ unabdingbar. Dabei wird vorausgesetzt, dass bei der Normalspur das heutige Abstellkonzept beibehalten wird.

Es ist somit absehbar, dass in einer nicht mehr allzu fernen Zukunft neue Lösungen gefunden werden müssen. Im Vordergrund stehen dabei Massnahmen bei der Infrastruktur.

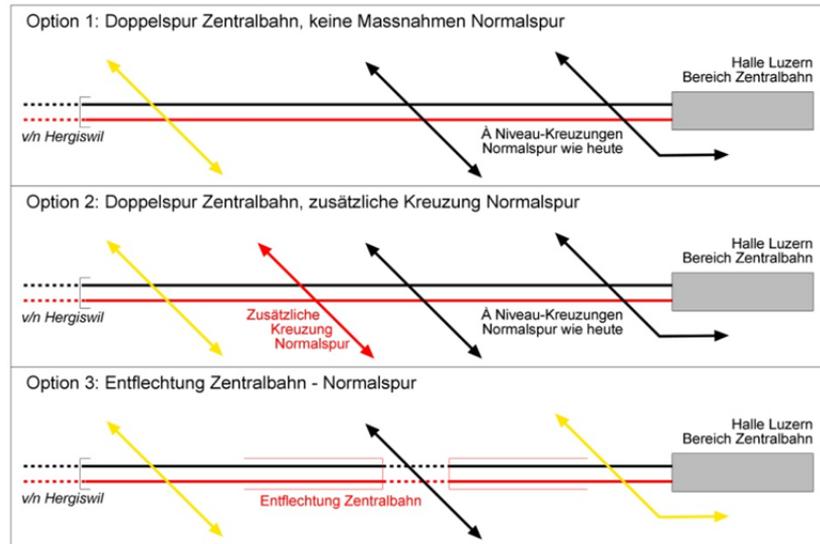


Abb. 04-09: Drei Optionen zur Querung der Meterspur durch die Normalspur im Vorbahnhof Luzern. Situation nach der Inbetriebnahme der Tieflegung Luzern.

Drei mögliche Optionen, für die Querung der Meterspur durch die Normalspur:

- Option 1:** Doppelspurausbau der Zentralbahn im Vorbahnhof Luzern ohne spezielle Massnahmen bei der Normalspur. Die Kapazität dürfte knapp bis 2020 reichen.
- Option 2:** Doppelspurausbau der Zentralbahn im Vorbahnhof Luzern. Bau von einer der mehreren neuen Querungen (Ziel: Gleichzeitige Parallelfahrten von zwei Normalspurzügen). Wie lange die Kapazität reichen würde ist offen. Weitergehende Massnahmen dürften aber schon vor der Inbetriebnahme des Moduls C der „Zentralbahn 2030“ notwendig sein.
- Option 3:** Räumliche Trennung von Normal- und Meterspur. Die Leistungsfähigkeit der Zufahrt Zentralbahn wird nur noch durch das Angebot der Zentralbahn selber limitiert.

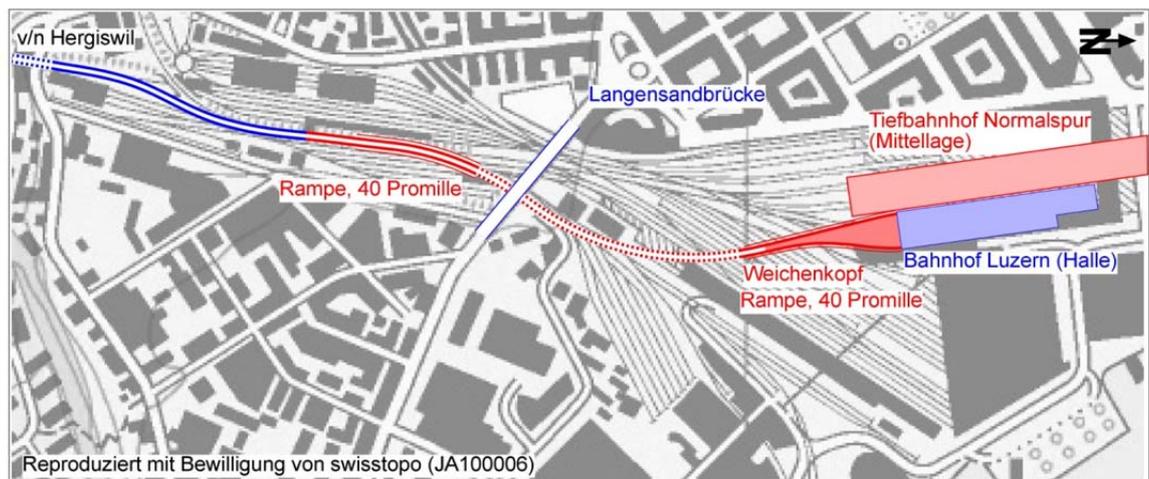


Abb. 04-10: Skizze räumlicher Trennung von Normal- und Meterspur als mögliche Lösung der Option 3 Entflechtung. Neigung der Rampen ~ 40 Promille. Der Tiefbahnhof der Normalspur kann nur in der Mitte der Halle gebaut werden!

Eine definitive Entscheidung, wann welche Infrastrukturmassnahme notwendig sein wird, kann zum aktuellen Zeitpunkt nur schwer gesagt werden. Zu berücksichtigen ist – neben der angebotsseitigen Entwicklung der Zentralbahn – auch die Entwicklung bei der Normalspur. Einen zentralen Faktor bildet dabei der Tiefbahnhof Luzern, sowie das zukünftige Abstellkonzept der SBB:

- Zu welchem Zeitpunkt kann der Tiefbahnhof in Betrieb genommen werden?
- Wie sieht die Streckenführung des Tiefbahnhofs und seiner Zufahrten aus?
- Wird der Tiefbahnhof überhaupt je gebaut?
- Erfolgt in absehbarer Zeit der Ausbau vom Kopf- zum Durchgangsbahnhof?
- Ist für die Normalspur ein gegenüber heute anderes Abstellkonzept möglich (z.B. Auslagerung der Abstellungen in die Agglomeration)?

Kommt der Tiefbahnhof nicht oder sehr spät, dürfte der Druck auf die Zentralbahn eine weitergehende Massnahme – räumliche Entflechtung – umzusetzen, gross sein. Kann der Tiefbahnhof jedoch relativ früh in Betrieb genommen werden, könnte eine relativ kostengünstige Lösung – z.B. zusätzliche Querungen genügen.

Kostenschätzungen für die Option 3 „räumliche Trennung der beiden Spurweiten“ – der konsequentesten der drei Optionen – gehen von Investitionen im Bereich von 80 Mio. CHF aus. Die Kostenschätzungen für die andern beiden Optionen liegen im Bereich von 30 Mio. CHF.

4.3.3. Wendegleis Horw

Die S41 wendet in Horw. Da während des Aufenthalts der S41 in Horw in beiden Richtungen Züge verkehren, muss für die S41 ein Wendegleis abseits der durchgehenden Doppelspur erstellt werden.

In einer ersten Phase kann das baufällige, vom Baudienst verwendete Gleis 1 als Wendegleis dienen. Es erhält diesem Zweck eine Perronkante (Hauskante).

Beim Modul C der „Zentralbahn 2030“ kreuzen sich die beiden IR Engelberg sowie die beiden S55 in unmittelbarer Nähe von Horw. Damit muss das Wendegleis in der Mitte, zwischen den beiden Streckengleisen liegen. Nur so ist ein Abkreuzen der S41 ohne Behinderungen durch andere Züge möglich. Gleis 2 wird zum Wendegleis, während die Züge von Luzern in Richtung Hergiswil neu das Gleis 1 benützen. Die Weichenverbindungen sind diesen neuen betrieblichen Anforderungen anzupassen (Weichen für V90).

Eine Kostenschätzung für den Umbau des Bahnhofs Horw ergibt die folgenden Beträge:

- Hauskante, Länge 110 Meter ~ 1.8 Mio. Franken (+/-30%)
- Hauskante, Länge 165 Meter ~ 2.1 Mio. Franken (+/-30%)
- Vollausbau mit Wendegleis auf Gleis 2 ~ 6.0 Mio. Franken (+/-30%)

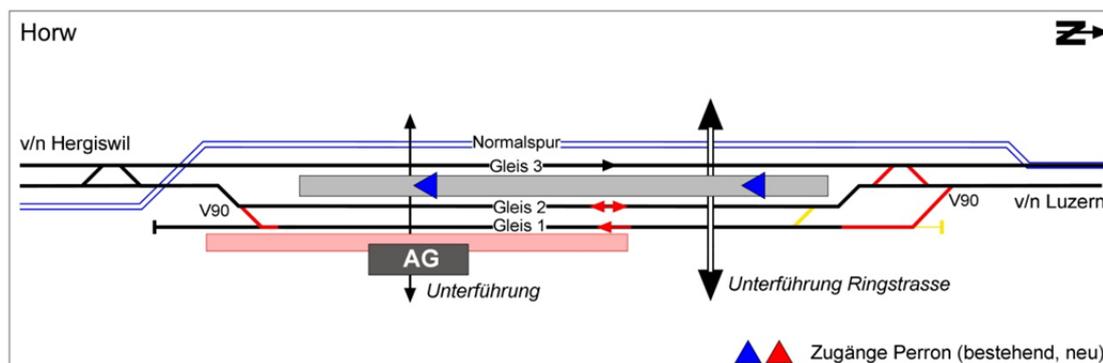


Abb. 04-11: Topologie des Bahnhofs Horw nach dem Umbau mit Hauskante und Gleis 2 als Wendegleis in der Mitte der beiden Streckengleise. Die Weichen von resp. nach dem Gleis 1 müssen für die Streckengeschwindigkeit V90 ausgelegt werden.

4.3.4. Perronverlängerungen, Verlängerung Kreuzungsstelle Stans

Im Zusammenhang mit der Angebotsoption „Halt S44/S55“ müssen die S4 und die S5 in Dreifachtraktion mit Zuglängen von 165 Meter gefahren werden. Dazu sind die folgenden Perronverlängerungen, sowie der Ausbau des Kreuzungsbahnhofs Stans notwendig:

Haltestelle / Bahnhof	Massnahme	Kosten	Bemerkung
		[CHF]	
Kriens Mattenhof	Perronverlängerung um 20 Meter, beidseitig	500'000	Hohe Kosten wegen Pfählung
Alpnachstad	Perronverlängerung um 50 Meter	300'000	
Ewil Maxon	Perronverlängerung auf 170 Meter	500'000	inkl. Verbreiterung Durchlässe
Stans	Variante Mittelperron	8'000'000	Verlängerung Kreuzungsstelle
Total Kosten Perron- und Kreuzungsstellen-Verlängerungen		9'300'000	

Abb. 04-12: Kostenzusammenstellung für Perronverlängerung bei der Option „Halt S44/S55“.

4.4. Zusammenstellung der Kosten

Für die beiden Angebotsvarianten „Halt S44/S55“ resp. „S41“ ergeben sich auf der Basis des Konzepts „VX“ – Horizont 2014 bis 2030 – die folgenden Infrastruktur-Kosten. Bandbreite der Kostenschätzungen: +/- 30%. Die Infrastrukturmassnahmen, welche zusätzlich für die Umsetzung der „Zentralbahn 2030“ (Modul C, allenfalls Modul D) notwendig werden, sind hier nicht berücksichtigt.

Ort	Massnahme	Halt S44, S55	S41
		[CHF]	[CHF]
Vorbahnhof Luzern	Durchgehende Doppelspur Zentralbahn		30'000'000
Bahnhof Horw	Wendegleis Hauskante		2'100'000
Kriens Mattenhof	Perronverlängerung	500'000	
Alpnachstad	Perronverlängerung	300'000	
Ewil Maxon	Perronverlängerung	500'000	
Stans	Perronverlängerung (Kreuzungsstelle)	8'000'000	
Total Kosten		9'300'000	32'100'000

Abb. 04-13: Kostenzusammenstellung Infrastrukturmassnahmen bei den Angebotsoptionen „Halt S44/S55“ und „S41“.

4.5. Weitere Infrastrukturmassnahmen

Im vorliegenden Kapitel werden weitere Infrastrukturmassnahmen betrachtet, welche nicht im direkten Zusammenhang mit dem intensiveren Angebot im Kernbereich (Luzern – Horw) stehen, welche jedoch entweder im Perimeter der Angebotsverdichtung Luzern – Horw liegen, den Kernbereich Luzern – Hergiswil betreffen oder beim Modul C der „Zentralbahn 2030“ noch nicht befriedigend gelöst sind. Betrachtet werden die folgenden vier Infrastruktur-Massnahmen:

- Haltestelle Luzern Langensand-Steghof.
- Durchgehende Doppelspur „Schlüssel“ – Hergiswil
- Infrastruktur für einen Halbstundentakt am Brünig (Modul D der „Zentralbahn 2030“)
- Infrastruktur „Zentralbahn 2030“ Seite Engelberg

4.5.1. Haltestelle Luzern Langensand-Steghof

Der Richtplan des Kantons Luzern enthält eine neue Haltestelle „Langensand-Steghof“. Sie soll zwischen der Langensandbrücke und dem Portal der Tieflegung Luzern liegen. Der genaue Standort ist noch offen und wird im Rahmen der Detailplanung festgelegt. Die Haltestelle „Luzern Langensand-Steghof“ soll insbesondere das Tribschen-Quartier besser an den öffentlichen Verkehr anschliessen.

Wie im Bericht zur „Zentralbahn 2030“ festgehalten ist, bedingt ein Halt der S5 in „Langensand-Steghof“ den Bau einer Doppelspurinsel im Bereich „Niederstad“ am Alpnachersee. Konkrete Kostenschätzungen liegen zur Zeit nicht vor. Die Geologie ist jedoch schwierig (Rutschhang).

Ein Halt der S4 in „Langensand-Steghof“ ist möglich: Die S55 und die nachfolgende S4 müssen je eine Minute früher in Luzern abfahren (S4: .57 statt .58; S55 .55 statt .56)

Kein Halt möglich ist mit den im Kernbereich Luzern – Hergiswil beschleunigten S-Bahnen S44 und S55. Beide Linien müssen bei der „Zentralbahn 2030“ bis Luzern durchfahren.

Ebenfalls kein Halt möglich ist bei der S41: Die Wendezeit in Horw würde auf zwei Minuten reduziert, was der Fahrplanstabilität abträglich wäre. Zusätzlich ergibt sich ein Konflikt mit dem sich im Raum Horw kreuzenden IR Engelberg.

Wird die Doppelspurinsel „Niederstad“ gebaut (Kosten ca. 100 Mio. Fr.) und die oben beschriebenen Fahrplananpassungen vorgenommen, lässt sich eine Haltestelle „Langensand-Steghof“ mit der S4 und der S5 im Viertelstundentakt bedienen.

Die Kosten für eine neue Haltestelle „Langensand-Steghof“ betragen etwa 4.5 Mio. Franken (grobe Schätzung).

Die folgende Karte zeigt einen möglichen Standort der Haltestelle „Langensand-Steghof“. Dargestellt ist eine Variante mit zwei Aussenperrons.

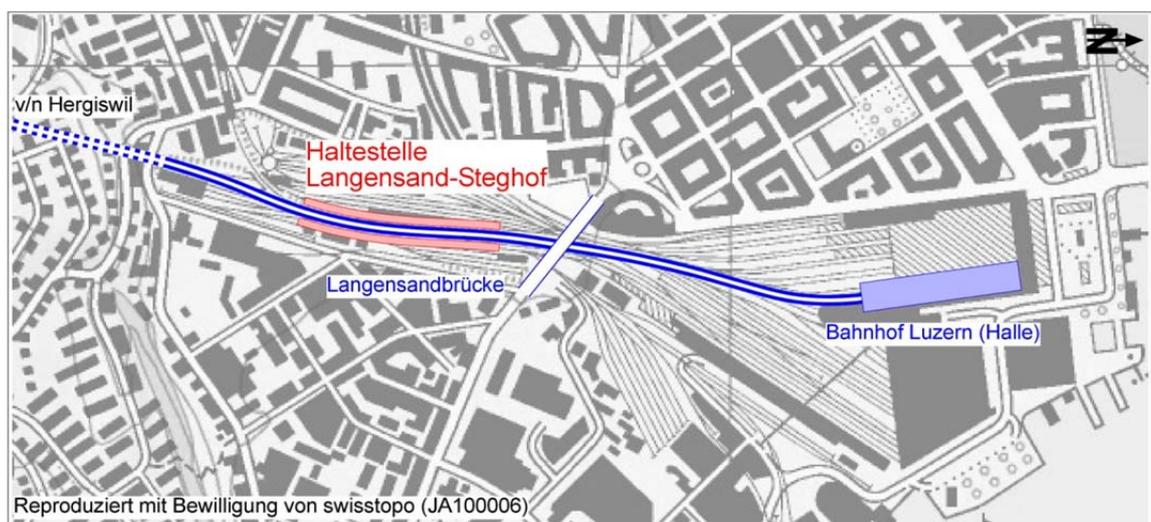


Abb. 04-14: Mögliche Haltestelle Luzern Langensand-Steghof mit Aussenperron.

4.5.2. Doppelspur Hergiswil – „Schlüssel“

Die durchgehende Doppelspur Hergiswil – „Schlüssel“ (Kantonsgrenze) ist zwar nicht Bestandteil der vorliegenden Untersuchung zur Angebotssteigerung im Raum Luzern – Horw, sie ist jedoch – zusammen mit der Doppelspur, resp. Entflechtung im Bahnhof Luzern – das zentrale Objekt im Kernbereich der Zentralbahn.

Schon das Angebotskonzept „VX“ (ab Fahrplan 2014) kann wegen der fehlenden Doppelspur zwischen dem „Schlüssel“ und Hergiswil Matt (zwei Perronkanten in Hergiswil Matt inkl.) nur gefahren, weil die Regelzüge S4 und S5 in Hergiswil Matt nicht halten. Das Fehlen der Doppelspur im Raum Hergiswil wird sich mit den zunehmenden Fahrgastzahlen und den damit verbundenen Angebotsausbauten immer stärker negativ bemerkbar machen.

Angesichts dieser Ausgangslage ist es zweckmässig von einer Etappierung abzurücken und den durchgehenden Bau der Doppelspur in einer einzigen Etappe vorzusehen. Provisorien im Bereich der Haltestelle Hergiswil Matt können so vermieden werden.

Die folgende Grafik zeigt drei Varianten für einen durchgehenden Doppelspurausbau „Schlüssel“ – Hergiswil:

- Durchgehender Tunnel gemäss der Variante T2, welche die Baudirektion des Kantons Nidwalden hat ausarbeiten lassen (Bericht vom 6. Juni 2012). Der Tunnel führt vom „Schlüssel“ in einer S-förmigen Streckenführung aus dem Haltiwaldtunnel bis kurz vor den Bahnhof Hergiswil. Um die notwendige Tiefe zum Unterqueren der Häuser zu gewinnen, muss das Trassee bereits im bestehenden Haltiwaldtunnel abgesenkt werden. Es ist offen, ob dies unter Betrieb möglich ist.
- Varianten „Tunnel kurz“. Fortsetzung der noch nicht gebauten DS-Verlängerung „Schlüssel“ – Hergiswil Matt.
- Durchgehender Doppelspurausbau der Stammstrecke.

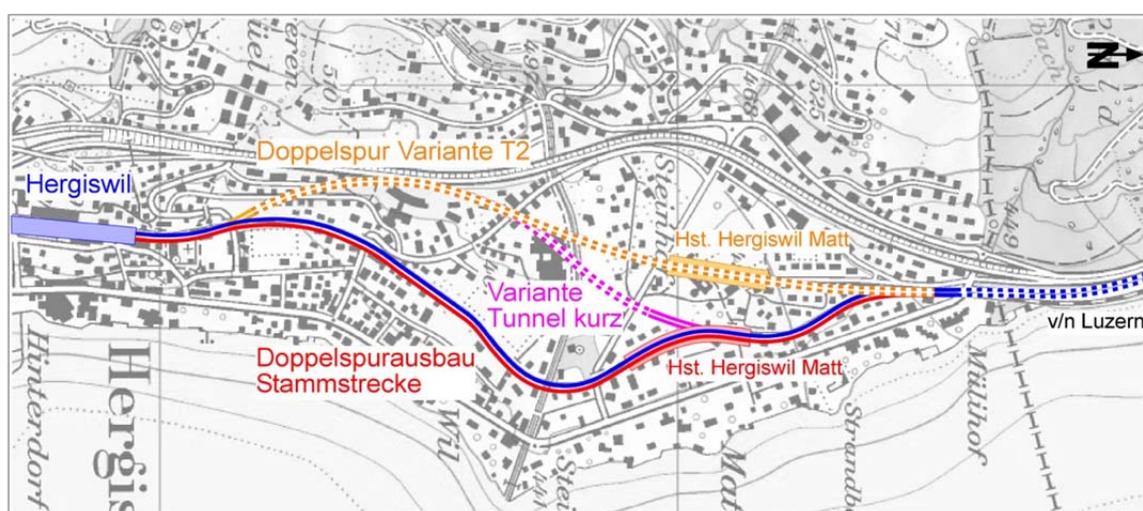


Abb. 04-15: Drei Varianten der Doppelspur „Schlüssel“ – Hergiswil: Unterirdische Streckenführung Variante T2, Variante „Tunnel kurz“ sowie Doppelspurausbau der Stammstrecke. Alle drei Varianten mit neuer Haltestelle Hergiswil Matt.

Der Entscheid zu Gunsten der einen oder andern Variante dürfte nicht nur auf planerischer, sondern zu einem grossen Teil auf finanzieller und politischer Ebene fallen. In der Studie des Kantons Nidwalden werden für die Variante T2 Kosten von rund 400 Mio. Franken errechnet. – Für den Doppelspurausbau der Stammstrecke ist mit Kosten von 48 Mio. Fr. zu rechnen (12% der Tieflegung).

4.5.3. Infrastruktur „Zentralbahn 2030“ Seite Brünig

Um das Konzept „Zentralbahn 2030“ mit einer halbstündlichen S55 fahren zu können braucht es auf dem Brünigast zwischen Hergiswil und Giswil eine Kreuzungsstelle oder Doppelspurinsel südlich von Ewil-Maxon, sowie die Doppelspur Zollhaus. Die Doppelspur Zollhaus ist in der Ausführung begriffen.

Wie im Kapitel „Angebot“ gezeigt, ist mit dem Modul C der „Zentralbahn 2030“ über den Brünig kein Halbstundentakt möglich, sondern lediglich ein sehr unattraktiv trassierter „Saisonzug“ zwischen Luzern und Meiringen (keine Fortsetzung bis Interlaken Ost).

Möglich ist ein attraktiv trassierter Halbstundentakt erst nach der Umsetzung des Moduls D der „Zentralbahn 2030“. Diese beinhaltet die folgenden beiden Infrastruktur-Ausbauten am Berg:

- Verlängerung der Kreuzungsstelle Chäppeli Richtung Süd bis zum Beginn der obersten Zahnradstrecke.
- Doppelspur „Summerau“ zwischen dem Ende der Zahnradstrecke Süd und dem Beginn des Siedlungsgebiets von Meiringen.

Im Kapitel Nachfrage ist festgehalten, dass der Spitzenzug des IR-Brünig um das Jahr 2020 überlastet sein wird. Allerdings hauptsächlich im Bereich der Adhäsionsstrecke zwischen Luzern und Giswil, während über den Berg noch beträchtliche Sitzplatzreserven vorhanden sind. Diese Überlegungen zeigen, dass zur Entlastung des IR Brünig vorerst zwischen Luzern und Giswil zusätzliche Sitzplätze angeboten werden müssen. Vorgeschlagen wurde das Führen der S55 auch an frequenzreichen Wochenenden.

4.5.4. Infrastruktur „Zentralbahn 2030“ Seite Engelberg

Im Konzept „Zentralbahn 2030“ verkehrt die S44 im Halbstundentakt. Dies bedingt den Bau der Kreuzungsstelle Stans Bitzi. Ist die Kreuzungsstelle Stans Bitzi gebaut, kann auch der IR Engelberg halbstündlich verkehren. Eine Kreuzungsstelle Stans Bitzi ist demnach sowohl für den Halbstundentakt S44, wie auch den Halbstundentakt des IR Engelberg notwendig.

Für eine neue Haltestelle Stans Bitzi heisst dies, dass die Haltestelle – im Bereich der Doppelspur – zwei Perronkanten besitzen muss. Ob Mittel- oder Aussenperron ist offen.

4.6. Infrastrukturmassnahmen im Zeitverlauf

Die folgende Abbildung vermittelt einen Überblick über die Zeithorizonte, in welchen die verschiedenen Infrastruktur-Projekte umgesetzt werden müssen. Aufgeteilt wird der Zeitraum bis 2030 in drei Zeiträume von jeweils fünf Jahren.

Die neuen Haltestellen – Luzern Steghof-Langensand, Stans Bitzi und Sarnen Industrie sind nicht Teil eines Angebotskonzepts und können – mit bekannten Folgen für die Infrastruktur – unabhängig von der Umsetzung von Angebotskonzepten gebaut werden (Kolonne „Zeitpunkt offen“).

Weiteres Vorgehen: Die Kosten sämtlicher Ausbauten – insbesondere auch jene der „Zentralbahn 2030“ – werden überarbeitet und in Bezug auf die Kosten neu beurteilt. Dies ergibt die Grundlage, um die notwendigen finanziellen Mittel rechtzeitig in die jeweiligen Vierjahrespläne des Bahninfrastrukturfonds einzustellen.

Massnahme Reihenfolge: Luzern-Giswil / Hergiswil - Engelberg	Angebotskonzept Fahrplanoption	Umsetzungs-Horizonte				
		bis 2020	2021 - 2025	2026 - 2030	2031 ff	Zeitpunkt offen
Fünfte Perronkante Luzern	ZB 2030, Modul C			X		
Entflechtung Vorbahnhof Luzern	VX, Option 2	X				
Perronverlängerung Kriens Mattenhof	VX, Option 1	X				
Haltestelle Luzern Langensand-Steghof	----					X
Wendegleis Horw, Gleis 1 (Hauskante)	VX, Option 2	X				
Wendegleis Horw, Gleis 2	ZB 2030, Modul C			X		
Doppelspur "Schlüssel" - Hergiswil 1)	ZB 2030, Modul C	(X)	(X)	X		
Kreuzungsstelle Telliwald 2)	ZB 2030, Modul C			X		
Perronverlängerung Alpnachstad	VX, Option 1	X				
Doppelspur Kerns-Kägiswil - Samen 3)	----	X				
Haltestelle Samen Industrie	----					X
Perronverlängerung Ewil Maxon	VX, Option 1	X				
Kreuzungsstelle Ewil Maxon	ZB 2030, Modul C			X		
Doppelspur Zollhaus	----	im Bau				
Ausbau Bahnhof Giswil	----	im Bau				
Doppelspur Stans Bitzi	ZB 2030, Modul C			X		
Haltestelle Stans Bitzi	----					X
Verlängerung Kreuzungsbahnhof Stans	VX, Option 1	X				
Wolfenschiessen, Gleisverlängerung 3)	----	X				

1) Doppelspur "Schlüssel" - Hergiswil Matt (inkl.) als Voraussetzung für den Halt S4, S5 in Hergiswil Matt

2) Voraussetzung zum Betrieb der Haltestelle Luzern Langensand-Steghof

3) PGV eingereicht, Realisierung 2013/2014

Abb. 04-16: Zeitplan für die Umsetzung der Infrastruktur-Massnahmen.

4.7. Wirtschaftlichkeit

Die Nettobarwerte sind unter der Annahme berechnet worden, dass der Tiefbahnhof bis 2030 realisiert wird. Das heisst, dass bei der Fahrplanvariante 1 die Doppelspur der Einfahrt Luzern à Niveau erst 2030 bereit stehen muss, während dies bei der Fahrplanoption 2 bereits 2020 der Fall sein muss. Eine vollständige räumliche Entflechtung (Infra-Option 3) wird nicht berechnet, das diese nach dem Bau des Tiefbahnhofs nicht mehr nötig ist und für die Fahrplanoption 2 eine zusätzliche Querungen durch die Normalspur reicht.

Fahrplanvarianten	Investitionskosten (CAPEX) [CHF]	Nettobarwert NPV (4%) [CHF]
Fahrplanoption 1	39'300'000	-22'913'000
Fahrplanoption 2	39'700'000	-28'750'000

Abb. 04-17: Kostengegenüberstellung der Fahrplanoptionen 1 und 2.

Die Wirtschaftlichkeitsberechnung zeigt, dass die Investitionen in längere Perron- und Kreuzungsstellen plus die Doppelspureinfahrt Luzern à Niveau der Fahrplanoption 1 beinahe ebenso hoch sind wie bei der Fahrplanoption 2, bei welcher das Wendegleis Horw und die Doppelspureinfahrt Luzern nötig sind.

Der Nettobarwert der Fahrplanoption 2 schneidet schlechter ab, da die 30 Mio. Franken in die Doppelspureinfahrt Luzern bereits in den Jahren 2018/2019 aufgewendet werden müssen, während bei der Fahrplanoption 1 der Ausbau erst 2028/2929 nötig ist. Die wirtschaftlichere Variante ist damit die Fahrplanoption 1.

5. Produktions- und Rollmaterialplanung

5.1. Ziele und Aufbau des Kapitels Produktions- und Rollmaterialplanung

Im Rahmen der Produktions- und Rollmaterialplanung wird untersucht, wie die fehlenden Sitz- und Stehplätze in der HVZ bezogen auf die steigende Nachfrage effizient gedeckt werden können (siehe Abbildung). Entwickelt sich die Nachfrage bis 2030 wie prognostiziert, müssen in der HVZ zwischen Horw und Luzern je Stunde rund 550 Plätze zusätzlich zu Verfügung gestellt werden. Im Jahre 2020 überschreitet die Nachfrage die bereitgestellte Kapazität erstmals.

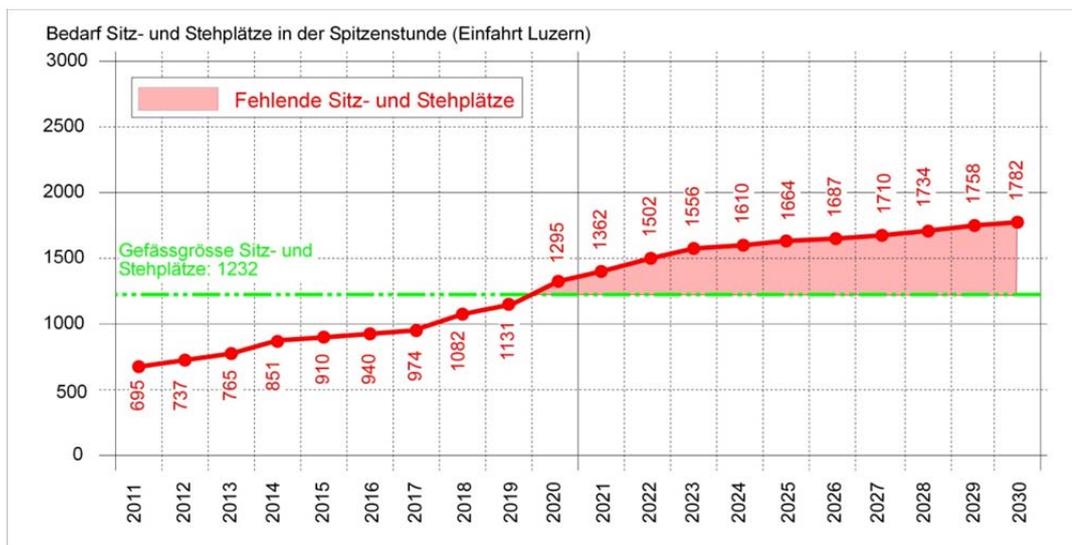


Abb. 05-01: Prognostizierte Nachfrage im Vergleich zur vorhandenen Gefässgrösse pro HVZ-Stunde.

Die Zentralbahn setzt Fahrzeuge aus den Jahren 1964 bis 2013 ein. Mit der Beschaffung von ADLER und FINK wird die Flotte stark verjüngt. Somit sind von der alten Fahrzeuggeneration noch 5 HGe-Pendel mit 8 S-Bahn Modulen im Einsatz. Die Module wurden 2010 komplett gerefitet. Sie werden ergänzt durch den klimatisierten, nicht in den IR Engelberg eingereihten Gelenksteuerwagen. Das Behindertengesetz wird damit eingehalten. 67% aller Fahrzeuge sind klimatisiert. Trotzdem bleibt der Anteil Altfahrzeuge ohne Klimatisierung im Vergleich zu anderen Bahnen in Luzern hoch.

Damit Synergien beim anstehenden, technisch bedingten Ersatz der S-Bahn Module, des IR Engelberg sowie der übrigen HGe-Pendel einbezogen werden können, werden diese ebenfalls in die Betrachtung integriert. Zusätzlich wird der Zeitpunkt der Ablösung des alten Rollmaterials des IR Engelberg aus technischer und finanzieller Sicht untersucht. Die Auswirkungen auf die Betriebsinstandhaltung werden in einem späteren Schritt detailliert geprüft.

Noch nicht betrachtet wird ein möglicher Einsatz der Altfahrzeuge aus qualitativen Gründen. Dies hängt von den Erwartungen und den finanziellen Möglichkeiten der Besteller ab.

5.2. Ausgangslage und Anforderungen an die Produktions- und Rollmaterialbeschaffung

5.2.1. Ausgangslage: Rollmaterial 2014

In der folgenden Abbildung ist der aktuelle Rollmaterialbestand dargestellt:

Rollmaterial 2014 (ohne Bau- und Rangierfahrzeuge)				
Anzahl	Typ	Jahrgang	Klima	Niederflur
4	ABe 150 "ADLER": 7-teiliges Zahradfahrzeug	2013	100%	100%
6	ABe 160 "FINK": 3-teiliges Zahradfahrzeug	2012/2013	100%	100%
10	ABe 130 "SPATZ": 3-teiliges Adhäsionsfahrzeug	2005	100%	100%
3	HGe-Pendel	1967-1989	0%	0%
2	HGe-Pendel mit GSW	1969-2006	57%	57%
1	S-Bahn Modul GSW	2006	100%	100%
8	S-Bahn Module (zweiteilig)	1964-2000	0%	0%
3	HGe-Lok als Reserve	1986-1990	---	----

Abb. 05-02: Rollmaterialbestand 2014 (ohne Bau- und Rangierfahrzeuge).

5.2.2. Anforderungen an die Planung

Die folgende Abbildung zeigt, welche Anforderungen an die Planung der Rollmaterialbeschaffung (Flottenpolitik) gestellt werden:

Frequenzentwicklung	Die Frequenzentwicklung stützt sich auf die Resultate des Kapitels 2, Nachfrage.
Stehplatzpolitik	Es wird die Stehplatzpolitik des Verkehrs-Verbundes Luzern (VVL) übernommen: 1. Klasse: Keine Stehplätze 2. Klasse: - Bis zu einer Reisezeit von 10 Minuten sind zwei Stehplätze pro Quadratmeter zugelassen - Über 10 Minuten Reisezeit keine Stehplätze - Stehplätze werden nur in definierten Stehplatzzonen angerechnet
Steigerung der Produktivität	Durch zweckmässigen Einsatz der Fahrzeuge soll die Produktivität verbessert werden. Ziel ist ein besserer "Load-Factor" dank einem modernen, flexiblen Betriebskonzept.
Zuverlässigkeit der Fahrzeuge	Die Fahrzeugzuverlässigkeit soll gegenüber heute um 20% gesteigert werden.
Flexibilität des Rollmaterialeinsatzes	Wird erreicht durch den Einsatz der automatischen Kupplung und durch die Homogenisierung der Flotte.
Gliederung des Tagesbetriebs	Das Rollmaterialkonzept ist auf den gesamten Tagesbetrieb ausgerichtet und damit auf unterschiedliche Frequenzen ausgelegt. Es ist daher sinnvoll, den Tagesbetrieb zu unterteilen in: - Hauptverkehrszeit (HVZ) - Nebenverkehrszeit (NVZ) - Randstunden (weniger als 30 Fahrgäste pro Zug)

Abb. 05-03: Rahmenbedingungen der Rollmaterialbeschaffung.

5.2.3. Rahmenbedingungen Fahrzeuge

In der folgenden Abbildung wird dargestellt, welche Rahmenbedingungen für die heute im Einsatz stehenden Fahrzeuge gelten: Wie lange sie im Einsatz stehen und welche Aufgaben ihnen zugewiesen werden sollen. Weiter werden Regeln für die Neubeschaffung von Rollmaterial formuliert.

S-Bahnmodule	Die technische Lebensdauer der heutigen Altbau Verstärkungs-S-Bahn-Module ist auf 2020 beschränkt
HGe-Pendel	Die technische Lebensdauer der HGe-Pendel ist auf 2030 beschränkt. Ab 2020 ist ein Einsatz im Regelfahrplan mit Fahrzeugen ohne Klimaanlage, ohne breite Türen und ohne grosszügige Plattformen nicht mehr empfehlenswert.
Neue Fahrzeuggeneration	Bei den Stadlerfahrzeugen ("SPATZ" und ABt 94x "GSW") wird mit einer Lebensdauer von 32 Jahren gerechnet. Auf ein Refit soll verzichtet werden. Nach ca. 16 Jahren steht ein Refresh und der Ersatz von elektronischen Systemen an.
Qualitätsanforderungen	Die Qualitätsanforderungen an das Rollmaterial werden Ende 2012 mit den Bestellern abgestimmt. In der vorliegenden Flottenstrategie sind Ersatzbeschaffungen nur aus technischen Gründen und aus Kapazitätsüberlegungen dargestellt.

Abb. 05-04: Rahmenbedingungen betreffend die heute im Einsatz stehenden, resp. neu zu beschaffenden Fahrzeuge.

5.2.4. Qualitätsanforderungen an die Regelzüge

Die folgende Zusammenstellung zeigt, welche Eigenschaften für das neu zu beschaffende Fahrzeug zwingend erfüllt sein müssen und welche Eigenschaften wünschenswert, aber nicht zwingend sind.

Zwingende Anforderungen:	- generelle Anforderungen	<ul style="list-style-type: none"> - Klimaanlage - Bistro im IR Brünig - Multifunktionale Abteile - Automatische Fahrgastzählung - Fahrradtransport - FIS (Fahrgastinformationssystem) - Geschlossene Toilettensysteme - Erfüllen der Brandschutzvorschriften
	- Behindertengleichstellung	<ul style="list-style-type: none"> - Niederflureinstieg - Rollstulgängige Toilette - Vielseitiges Fahrgastinformationssystem
Wünschenswerte Anforderungen:		- Elektronisches Reservationssystem

Abb. 05-05: Zwingende und wünschenswerte Eigenschaften des zukünftigen Rollmaterials.

5.3. Rollmaterial-Varianten

Im folgenden Kapitel werden sechs, sehr unterschiedliche Rollmaterial-Typen untersucht und einander gegenüber gestellt. Die sechs Rollmaterialtypen sind:

- Schienenbus
- Doppelstock-Triebzug
- Gelenksteuerwagen
- Metro-Fahrzeug
- Normalspur-Fahrzeug
- Meterspur-Triebzug

Die Bewertung der sechs Rollmaterialtypen erfolgt summarisch anhand eines dreistufigen Bewertungssystems:

Legende Rollmaterial-Evaluation:	
	gut/sehr gut
	genügend
	ungenügend

Abb. 05-06: Dreistufiges System zum Bewerten der sechs untersuchten Rollmaterialtypen

5.3.1. Schienenbus

Einfaches, kostengünstiges, einteiliges Schienenfahrzeug mit nur relativ geringer Fahrgastkapazität. Kann nur in den Tagesrandstunden und damit nur sehr beschränkt eingesetzt werden. Widerspricht dem Prinzip des homogenen, allseitig einsetzbaren Rollmaterials. Wegen des beschränkten Raums ist in der Regel nur eine Klasse vorhanden.

Schienenbus:		
Kriterium:	Beurteilung:	Bewertung
Flexibilität im Rollmaterialeinsatz	Kann nur in Randstunden eingesetzt werden	
Technische Vereinheitlichung der Fahrzeugflotte	Vollständig neuer Fahrzeugtyp	
Attraktivität Kunde	Keine 1. Klasse vorhanden	
Technische Risiken	Neukonstruktion	
Infrastruktur Folgekosten	Keine	

Abb. 05-07: Bewertung der Rollmaterialvariante „Schienenbus“

5.3.2. Doppelstocktriebzüge

Nach Aufgabe des Rollschemelbetriebs wurde bei Infrastruktur-Umbauten konsequent gemäss dem engeren Lichtraumprofil A gebaut. Einzig zwischen Interlaken Ost und Meiringen ist noch das grössere Lichtraumprofil B vorhanden. Aus diesem Grund ist davon auszugehen, dass doppelstöckige Züge auf dem Netz der Zentralbahn nicht ohne grosse Infrastrukturmassnahmen verkehren können.

Doppelsptock-Triebzug		
Kriterium:	Beurteilung:	Bewertung
Flexibilität im Rollmaterialeinsatz	Tiefer Load Factor in den Randstunden Kein Einsatz auf Zahnradstrecken	
Technische Vereinheitlichung der Fahrzeugflotte	Zusätzlicher, neuer Fahrzeugtyp	
Attraktivität Kunde	Sehr enge Raumverhältnisse, schlechter Fahrgastfluss	
Technische Risiken	Neukonstruktion, hoher Schwerpunkt, beschränkte Geschwindigkeit, Profilanpassungen	
Infrastruktur Folgekosten	Vermutlich Profilanpassungen notwendig, Umfang unbekannt	

Abb. 05-08: Bewertung der Rollmaterialvariante „Doppelstocktriebzug“

5.3.3. Gelenksteuerwagen GSW

Dreiteiliges Modul, entsprechend der drei bereits im Einsatz stehenden GSW, ohne Zahnrad. Kann nur beschränkt eingesetzt werden, da ein drei- oder vierteiliger Triebzug nur mit einem Modul verkehren kann. Grosser Rangieraufwand. Damit braucht es – neben neuen GSW – in jedem Fall auch Triebfahrzeuge, womit die Einheitlichkeit der Flotte nur noch bedingt gegeben ist.

Gelenksteuerwagen (GSW)		
Kriterium:	Beurteilung:	Bewertung
Flexibilität im Rollmaterialeinsatz	nicht selbstfahrend (grosser Rangieraufwand) nicht aufwärtskompatibel	
Technische Vereinheitlichung der Fahrzeugflotte	neuer Fahrzeugtyp	
Attraktivität Kunde	Höchstens kleine Qualitätseinschränkungen	
Technische Risiken	keine Risiken	
Infrastruktur Folgekosten	keine Infrastrukturfolgekosten	

Abb. 05-09: Bewertung der Rollmaterialvariante „Gelenksteuerwagen“ (GSW)

5.3.4. Metro-Fahrzeug

Aus Kapazitätsgründen wird von einem vierteiligen Fahrzeug ausgegangen. Ziel ist die Beförderung einer möglichst grossen Anzahl Fahrgäste. Das Metro-Fahrzeug besitzt daher sehr viele Steh- und nur wenige Sitzplätze. Der Netzanteil, der derart grosse Fahrgastmengen rechtfertigen würde, beschränkt sich auf die Strecke Luzern – Horw und damit auf den Einsatz bei der S41. Für weiterfahrende Züge ist die Zahl der Sitzplätze zu klein. Da hier die Reisezeiten deutlich über 10 Minuten liegen kann die Stehplatzregelung (Stehplätze nur bis 10 Minuten Reisezeit) nicht eingehalten werden.

Metro-Fahrzeug		
Kriterium:	Beurteilung:	Bewertung
Flexibilität im Rollmaterialeinsatz	4-teiliges Fahrzeug, ungenügende Anz. Sitzplätze für die Aussenäste, nur für S41 sinnvoll	
Technische Vereinheitlichung der Fahrzeugflotte	neuer Fahrzeugtyp	
Attraktivität Kunde	überwiegend Stehplätze	
Technische Risiken	keine Risiken	
Infrastruktur Folgekosten	Ausbau Publikumsanlagen (grosser FG-Andrang) Werkstatt (auf dreiteilige Fahrzeuge ausgelegt)	

Abb. 05-10: Bewertung der Rollmaterialvariante „Metro-Fahrzeug“

5.3.5. Normalspurfahrzeug

Massiver Ausbau der Infrastruktur nötig: Doppelspuriges Drei- oder Vierschienengleis bis Horw, Anpassungen der Perron, Perronkanten P55 nicht möglich. Schwierige Betriebsführung mit zwei Spurweiten im Vorbahnhof. Synergien mit Normalspurlinien können nicht genutzt werden. Es müssen zusätzliche Normalspurfahrzeuge beschafft werden.

Normalspurfahrzeug		
Kriterium:	Beurteilung:	Bewertung
Flexibilität im Rollmaterialeinsatz	Bei der Zentralbahn nur im Bereich von Drei- oder Vierschienengleisen einsetzbar	
Technische Vereinheitlichung der Fahrzeugflotte	Zusätzlicher, neuer Fahrzeugtyp	
Attraktivität Kunde	Hohe Stufe beim Einstieg (P35 bei der Zentralbahn, P55 nicht möglich - FZ-Kompatibilität)	
Technische Risiken	Keine Kompatibilität mit Meterspurfahrzeugen	
Infrastruktur Folgekosten	Grosser Infrastrukturausbau (Vierschienengleis, Weichen, Fahrleitungen, Perronkanten Luzern etc.)	

Abb. 05-11: Bewertung der Rollmaterialvariante „Normalspurfahrzeug“

5.3.6. Meterspur-Triebzug

Entspricht den im Einsatz stehenden resp. in Ablieferung begriffenen Fahrzeugen Abe 130 „SPATZ“ und Abe 160 „FINK“. Universell einsetzbar. Bekanntes Fahrzeug mit nur sehr geringen technischen Risiken. Vollständig aufwärtskompatibel zu den neueren Elementen in der Flotte der Zentralbahn. Grosse betriebliche Flexibilität dank einheitlichem Rollmaterialpark.

Meterspur-Triebzug		
Kriterium:	Beurteilung:	Bewertung
Flexibilität im Rollmaterialeinsatz	Gut, ist abhängig von der Triebzuglänge	●
Technische Vereinheitlichung der Fahrzeugflotte	Homogenisierung der Flotte	●
Attraktivität Kunde	keine Einschränkungen	●
Technische Risiken	kein Risiken, da bekanntes Fahrzeug	●
Infrastruktur Folgekosten	Perronverlängerungen (je nach Zuglänge) Werkstätten (je nach Fahrzeuglänge)	●

Abb. 05-12: Bewertung der Rollmaterialvariante „Meterspur-Triebzug“

5.3.7. Übersicht über die evaluierten Rollmaterialtypen

In der folgenden Tabelle bietet eine Übersicht über die untersuchten Rollmaterialtypen:

Kriterium:	Schienenbus	Doppelstock Triebzug	Gelenksteuerwagen	Metrofahrzeug	Normalspurfahrzeug	Meterspur-Triebzug
Flexibilität im Rollmaterialeinsatz	●	●	●	●	●	●
Technische Vereinheitlichung der Fahrzeugflotte	●	●	●	●	●	●
Attraktivität Kunde	●	●	●	●	●	●
Technische Risiken	●	●	●	●	●	●
Infrastruktur Folgekosten	●	●	●	●	●	●

Abb. 05-13: Übersicht über die evaluierten Rollmaterialtypen.

Das Resultat der Rollmaterial-Evaluation ist eindeutig: Nur der Meterspur-Triebzug vermag allen Anforderungen zu genügen, während alle andern Rollmaterialtypen mehr oder weniger gravierende Nachteile aufweisen.

Fazit: es wird nur noch die Variante **Meterspur-Triebzug** weiter verfolgt.

5.4. Meterspur-Triebzug – vertiefte Analyse

5.4.1. Rahmenbedingungen Mengengerüst

Für die vertiefte Untersuchung der Rollmaterialvarianten gilt eine Reihe von Rahmenbedingungen. Sie werden im Folgenden stichwortartig aufgelistet.

Allgemeines:

- Auf der Seite Süd verkehrt der Spitzenzug des Regio Meiringen – Interlaken Ost mit einer verlängerten Komposition.
- Stehplatzpolitik gemäss VVL (2 Pers./m² während max. 10 Min.)
- Für die Instandhaltung werden die natürlichen Stilllager zwischen den HVZ genutzt
- Als HVZ (Hauptverkehrszeiten) gelten: Morgenspitze 06:00 bis 08:00, Abendspitze 16:30 bis 18:30.
- Ersatz des IR Engelberg: Bedarf Fahrzeuge für 2 Umläufe (Kapazität 6-teiliges Fahrzeug) sowie einen Umlauf (Kapazitätserhöhung mit einem 3-teiligen Fahrzeug).
- Ersatz der S-Bahnverstärkungsmodule, welche 2020 das techn. Lebensende erreicht haben.
- Ablösung bestehender HGe-Pendel.

Fahrplan / Umläufe, Horizont 2020:

- S4 – S5: Total 6 ineinander übergehende Umläufe (S4 bis Wolfenschiessen)
- S55 verkehrt nur bis Sachseln
- Saisonzug Engelberg: 3 Züge in Lastrichtung: 3 Umläufe
- Stärken/Schwächen in Hergiswil oder Horw aus Zeitgründen nicht möglich

Technische Reserve:

Als technische Reserven für Grossreparaturen und Revisionen wird ein Zielwert von 8% der Gesamtflotte festgelegt. Dieser Wert stimmt mit dem aktuellen Wert der SBB überein. Bei Privatbahnen liegt die technische Reserve in einer Bandbreite von 7% bis 10%.

Rollmaterialbestand 2014:

Rollmaterialbestand 2014 siehe Abbildung 05-02.

5.4.2. Adhäsion- oder Zahnrad-Fahrzeuge?

Es gilt zu untersuchen ob die nächste Beschaffung mehrheitlich aus Zahnrad- oder aus Adhäsionsfahrzeugen bestehen soll. In der folgenden Abbildung wird gezeigt, welche Anzahl Zahnrad- resp. Adhäsionsfahrzeuge bei der jeweiligen Variante (z.B. hauptsächlich Zahnradfahrzeuge) angeschafft werden müssen.

Weiter wurde untersucht, wieviele 3- resp. 4-teilige Triebzüge für die Fahrpläne der Option 1 resp. der Option 2 beschafft werden müssen. Der Vergleich beinhaltet nicht nur die Fahrzeuge der S-Bahn

Luzern sondern betrachtet sämtliche Beschaffungen bis 2030, sodass Synergien eingerechnet werden können. Für den Ersatz des IR Engelberg werden bei allen Varianten zwei sechsteilige Triebzüge berücksichtigt.

Die Abbildung zeigt, dass der Bedarf an Rollmaterial bei allen Adhäsionsvarianten höher ist als bei den entsprechenden Zahnradvarianten. Wird nur diese Tabelle beachtet, so müssten ausschliesslich Zahnradfahrzeuge beschafft werden und die Fahrplanoption 2 (S44/S41) gefahren werden.

Variante Triebzug	Fahrplanoptionen:			
	Option 1: S44/S55	Option 2: S44/S41		
3-teiliger Triebzug	Adhäsion oder Zahnrad	+ 22 + 15	Adhäsion oder Zahnrad	+ 15 + 12
	Adhäsion oder Zahnrad	+ 20 + 15	Adhäsion oder Zahnrad	+ 17 + 13

Abb. 05-14: Gegenüberstellung des Rollmaterialbedarfs bei mehrheitlicher Beschaffung von Adhäsions- resp. Zahnradfahrzeugen in Abhängigkeit von Gefässgrösse und Fahrplanoption.

Damit kann ein klarer Entscheid zu Gunsten einer mehrheitlichen Beschaffung von Zahnradfahrzeugen gefällt werden. Noch offen ist, ob es drei- oder vierteilige Triebzüge sein sollen. Im folgenden Kapitel wird diese Frage vertieft untersucht.

Zusatzinformationen:

- Beschaffungskosten:*
- dreiteiliges Adhäsionsfahrzeug ~ 9.8 Mio. CHF
 - dreiteiliges Zahnradfahrzeug ~ 10.8 Mio. CHF
 - Preisdifferenz rund ~ 1.0 Mio. CHF

Instandhaltung: Bei den neuen Fahrzeugen ist die Kostendifferenz für die Instandhaltung von Adhäsions- resp. Zahnradfahrzeug sehr klein. Dies ist auf die Einführung von getrenntem Adhäsions- resp. Zahnrad-Antrieb zurückzuführen, was zu beinahe identischen Laufleistungen führt.

Fazit: es wird nur noch die Variante Zahnradantrieb weiter verfolgt.

5.4.3. Drei- oder vierteiliger Triebzug?

Die folgenden Abbildungen zeigen die Bewertung des drei- und vierteiligen Triebzuges. Es stellt sich die Frage, ob künftig der Einsatz von drei- oder vierteiligen Fahrzeugen sowie bei der S-Bahn als auch als Saison- und Reservezügen sinnvoll ist. Davon ausgenommen sind die Fahrzeuge für den IR Brünig, welcher mit siebenteiligen ADLER gefahren und mit dreiteiligen Finken verstärkt wird, sowie der IR Engelberg, welcher mit einem sechsteiligen Zug verkehren wird.

Meterspur-Triebzug 3-teilig		
Kriterium:	Beurteilung:	Bewertung
Nettobarwert	- 139 Mio. CHF	●
Flexibilität der gesamten Fahrzeugflotte	Nur dreiteilige Fahrzeuge: Höchste Flexibilität	●
Homogenität der Flotte	Homogenität gewährleistet	●
Infrastruktur Folgekosten	Perronverlängerungen: Je nach Zuglänge	●

Abb. 05-15: Bewertung der Rollmaterialvariante dreiteiliger-Triebzug.

Meterspur-Triebzug 4-teilig		
Kriterium:	Beurteilung:	Bewertung
Nettobarwert	- 168 Mio. CHF	●
Flexibilität der gesamten Fahrzeugflotte	Keine Verstärkung von 7-teiligen Fahrzeugen möglich (IR Brünig)	●
Homogenität der Flotte	Homogenität grösstenteils gewährleistet da 3-teiliger Triebzug mit Zwischenwagen	●
Infrastruktur Folgekosten	Perronverlängerungen: Je nach Zuglänge, Verlängerung der bestehenden IH-Anlagen	●

Abb. 05-16: Bewertung der Rollmaterialvariante vierteiliger-Triebzug.

Die Nettobarwertbetrachtung bezieht sich auf das Mengengerüst der Abbildung 05-15 über die Beschaffungen bis 2030. In der Berechnung werden Lifecyclekosten der gesamten Flotte bezüglich der Grossinstandhaltung (Drehgestelle und grosse Revision in der Hälfte der Lebensdauer) berücksichtigt (detaillierte Berechnungsgrundlage siehe Anhang). Damit wird den Auswirkungen der unterschiedlichen Flottengrössen Rechnung getragen. – Die folgende Tabelle vermittelt eine Übersicht über die Bewertung der beiden untersuchten Triebzugvarianten.

Kriterium:	dreiteiliger Triebzug	vierteiliger Triebzug
Nettobarwert	●	●
Flexibilität der gesamten Fahrzeugflotte	●	●
Homogenität der Flotte	●	●
Infrastruktur Folgekosten	●	●

Abb. 05-17: Zusammenfassung der untersuchten Triebzug-Varianten.

Die vierteiligen Fahrzeuge können nicht mit den siebenteiligen ADLER kombiniert werden (Perronlängen). Die Nachteile einer gemischten Flotte mit drei- und vierteiligen Fahrzeugen überwiegen.

Fazit: es wird nur noch die Variante 3-teiliger Zahnrad-Triebzug weiter verfolgt.

5.5. Fahrzeugbeschaffung in Abhängigkeit von der Fahrplanvarianten

5.5.1. Ersatz und Mehrbedarf Triebfahrzeuge bis 2030

Die folgende Abbildung zeigt die Zahl der Ersatz- und Neubeschaffungen von Zügen in Abhängigkeit von der Fahrplanoption 1 (S44/S55) resp. Fahrplanoption 2 (S44/S41):

Zweck der Neubeschaffung	Option 1: S44/S55	Option 2: S44/S41
Fahrzeuersatz	+ 7 (3-teilig) + 2 (6-teilig)	+ 9 (3-teilig) + 2 (6-teilig)
Kapazitätsausbau	+ 6 (3-teilig)	+ 1 (3-teilig)
Ausbau Reserve	+ 0	+ 0
Total Fahrzeug-Einheiten	+ 15 Fahrzeug-Einheiten	+ 12 Fahrzeug-Einheiten
Ausrangierungen	- 13 Fahrzeug-Einheiten	- 13 Fahrzeug-Einheiten

Abb. 05-18: Neuanschaffungen bei den beiden Fahrplanoptionen 1 (S44/S55) und 2 (S44/S41).

Die Abbildung zeigt klar, dass die Fahrplanoption 2 mit einer neuen S-Bahnlinie S41 zwischen Luzern und Horw bei der Rollmaterialbeschaffung besser abschneidet als die Option 1 mit zusätzlichen Zwischenhalten von S44 und S55. Der Grund liegt darin, dass bei der Option 1 der Zusatzverkehr von sämtlichen S-Bahnzügen übernommen wird, was längere Kompositionen bedingt, welche bis an ihr Linienende verkehren, während bei der Option 2 der Zusatzverkehr von der S41 übernommen wird.

5.5.2. Rollmaterialbeschaffung bei der Fahrplanoption 1 Halt „S44/S55“

Die folgende Abbildung zeigt, in welchem Zeithorizont bei der Fahrplanoption 1 (Halt S44/S55), welche Rollmaterialbeschaffungen und Ausrangierungen anstehen.

Rollmaterial-Typ	Jahr [Anzahl Fz.]		Total
	2014 bis 2020	2020 bis 2030	
Adhäsion 3-teilig	0	0	0
Zahnrad 3-teilig	6	7	13
Zahnrad 6-teilig	0	2	2
HGe-Pendel+GSW	0	-3	-3
HGe-Pendel	0	-2	-2
S-Bahn Verstärkungsmodule	-8	0	-8
Total Beschaffungen Fahrplanoption 1 "S44/S55"			15
Total Ausrangierungen Fahrplanoption 1 "S44/S55"			-13

Abb. 05-19: Rollmaterialbeschaffung bei der Option 1 (Halt S44/S55) in den Zeithorizonten 2020 und 2030.

Fazit Rollmaterialbeschaffung bei der Option 1 „Halt S44/S55“:

- Die S4 wie auch die S5 verkehren in der HVZ in Dreifachtraktion (9 Wageneinheiten)
 - Unzureichende Perronlängen in Kriens Mattenhof, Alpnachstad und Ewil Maxon
 - Keine Kreuzung in Stans
- Vergleichsweise hoher Stehplatzanteil
- Hoher Bedarf an Abstellgleisen ausserhalb der HVZ

5.5.3. Rollmaterialbeschaffung bei der Fahrplanoption 2 Halt „S44/S41“

Die folgende Tabelle zeigt, in welchem Zeithorizont bei der Fahrplanoption 2 (Halt S44/S41), welche Rollmaterialbeschaffungen anstehen:

Rollmaterial-Typ	Jahr [Anzahl Fz.]		Total
	2014 bis 2020	2020 bis 2030	
Adhäsion 3-teilig	0	0	0
Zahnrad 3-teilig	5	5	10
Zahnrad 6-teilig	0	2	2
HGe-Pendel+GWS	0	-3	-3
HGe-Pendel	0	-2	-2
S-Bahn-Verstärkungsmodule	-8	0	-8
Total Beschaffungen Fahrplanoption 2 "S44/S41"			12
Total Ausrangierungen Fahrplanoption 2 "S44/S41"			-13
		Beschaffungen	
		Ausrangierungen	

Abb. 05-20: Rollmaterialbeschaffung bei der Option 2 (Halt S44/S41) in den Zeithorizonten 2020 und 2030.

Fazit Rollmaterialbeschaffung bei der Option 2 „Halt S44/S41“:

- Einsatz von zusätzlichen Zügen auf der am meisten belasteten Strecke Luzern - Horw in der HVZ
- Bahnhof Horw: Wendegleis: 2012 bis 2023 Gleis 1 als Wendegleis. Perronkante 110 Meter, 2024 bis 2029 Perronkante 150 Meter
- Vergleichsweise tiefer Stehplatzanteil
- Unzureichende Perronlänge in Ewil Maxon
- Infrastrukturanpassungen in der Einfahrt Luzern (Vorbahnhof) notwendig

5.6. Finanzieller Variantenvergleich auf der Basis der Nettobarwertberechnung

5.6.1. Variantenvergleich auf der Basis des Nettobarwertes

Die folgende Nettobarwertberechnung (4%) berücksichtigt folgende Cashflows (Lifecyclecosts):

- Investitionskosten aller neuen Fahrzeuge
- Revision der Drehgestelle aller im S-Bahneinsatz stehenden Fahrzeuge
- Revision (Refresh) aller neuen Fahrzeuge nach 16 Jahren
- Investitionskosten HGe-Pendel bis 2030
- Revisionskosten HGe-Pendel bis 2030

Variante	Investitionskosten	Jahreskosten	Nettobarwert	Vergleich NPV
	CAPEX	OPEX	NPV 4%	
	Mio. CHF	Mio. CHF	Mio. CHF	
Fahrplanoption 1 Halt "S44/S55"	185.350	88.617	-167.901	121%
Fahrplanoption 2 Halt "S44/S41"	152.950	94.431	-139.160	100%
Differenz absolut	-32.400	5.814	28.741	
Differenz in % *)	-17%	7%	-17%	

*) 100 % = Fahrplanoption 1 Halt "S44/S55"

Abb. 05-21: Übersicht Nettobarwertberechnung.

Die Jahreskosten sind bei der Fahrplanoption 1 tiefer, da die Fahrleistungen auf mehr Fahrzeuge verteilt werden und sich entsprechend die Drehgestellrevisionen über einen längeren Zeitraum erstrecken.

5.6.2. Variantenvergleich auf der Basis der Abgeltung

Werden die Auswirkungen der Wahl der Fahrplanoptionen auf die Abgeltung betrachtet, so ist klar ersichtlich, dass die Option 1 mit dem höheren Beschaffungsbedarf auch höhere Abgeltungen auslöst (Abbildung 05-22). Durch die Beschaffung für Ersatz- und Kapazitätsausbau steigen die Abgeltungen bei der Fahrplanoption 1 im Jahr 2020 um 3.8 Mio. CHF und im Jahr 2022 nochmals um 4.1 Mio. CHF (total +18% auf 44.7 Mio. CHF Verkehrsabgeltung). Bei der Fahrplanoption 2 steigt die Abgeltung in diesem Zeitraum nur um 3.2 Mio. CHF (+7%). Wird in Betracht gezogen, dass im Jahr 2021 Revisionen der SPATZ-Fahrzeuge anstehen (zusätzlich +11%) ist die Finanzierbarkeit der Abgeltungserhöhung mit der Fahrplanoption 1 (+29%) nicht gewährleistet. Der Ausschlag der Abgeltung im Jahr 2038 bei der Option 1 ist auf die Revision 16 Jahre nach der Beschaffung aus dem Jahr 2022 zurückzuführen.

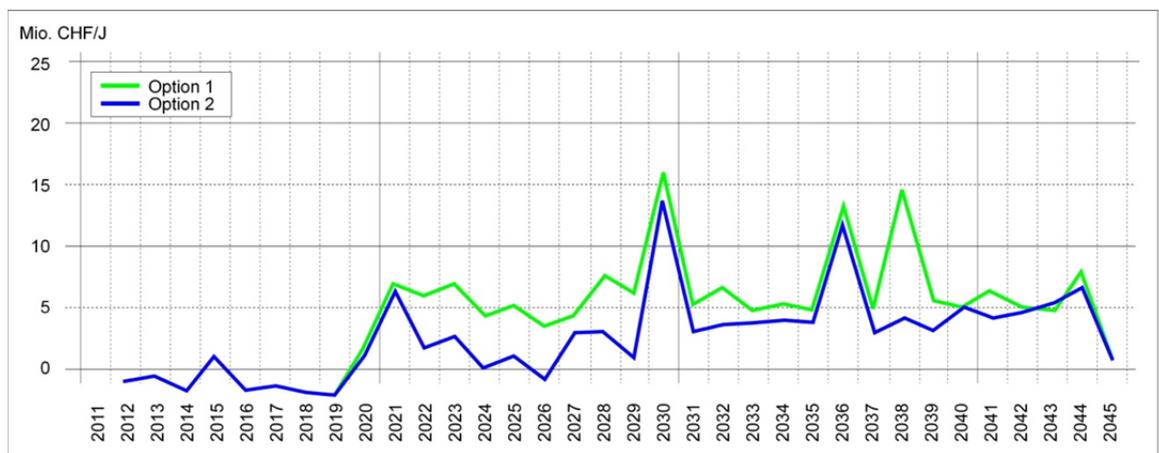


Abb. 05-22: Entwicklung der Abgeltung Rollmaterialbeschaffung entsprechend der Option 1 resp. Option 2.

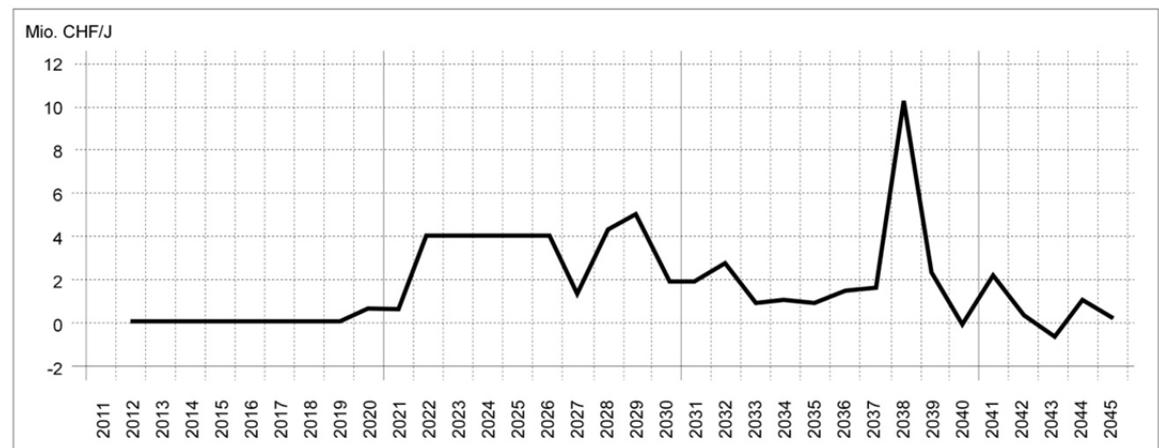


Abb. 05-23: Differenz der Abgeltungswirkung zwischen Option 1 und Option 2.

5.7. Gegenüberstellung Fahrplanoptionen

Fahrplanoption 1: Halt S44/S55		
Kriterium:	Beurteilung:	Bewertung
Anzahl Fahrzeuge	3 Fahrzeuge mehr als Option 2	
Nettoarwert	21% höher als Option 2	
Load-Factor Nebenverkehrszeit (NVZ)	Gut, Einsatz von 3-teiligem Fahrzeug NVZ	
Infrastruktur Folgekosten	- Perronverlängerungen, Verl. Kreuzungsstellen: Kriens Mattenhof, Alpnachstad, Ewil Maxon Stans - hoher Abstellgleisbedarf - Event. erhöhter Werkstatt-Ausbau	
Aufwärtskompatibilität	Gewährleistet (Voraussetzung Ausbau Stans)	

Abb. 05-24: Bewertung der Fahrplanoption 1 Halt „S44/S55“.

Fahrplanoption 2: Halt S44/S41		
Kriterium:	Beurteilung:	Bewertung
Anzahl Fahrzeuge	3 Fahrzeuge weniger als Option 1	
Nettoarwert	21% tiefer als Option 1	
Load-Factor Nebenverkehrszeit (NVZ)	Gut, Einsatz von 3-teiligem Fahrzeug NVZ	
Infrastruktur Folgekosten	- Wendegleis in Horw (~ 150 m) - Einfahrt Luzern (Doppelspur oder Entflechtung Normalspur-Meterspur)	
Aufwärtskompatibilität	gewährleistet	

Abb. 05-25: Bewertung der Fahrplanoption 2 Halt „S44/S41“.

In der folgenden Abbildung werden die beiden Fahrplanoptionen miteinander verglichen:

Kriterium:	Fahrplanoption 1: Halt S44/S55	Fahrplanoption 2: Halt S44/S41
Anzahl Fahrzeuge		
Nettoarwert		
Load-Factor Nebenverkehrszeit (NVZ)		
Infrastruktur Folgekosten		
Aufwärtskompatibilität		

Abb. 05-26: Variantenvergleich der Fahrplanoptionen 1 „Halt S44/S55“ und 2 „Halt S44/S41“.

5.7.1. Fazit der Rollmaterial-Evaluation

Die Option 1 „Halt S44/S55“ schneidet – mit Ausnahme des Load-Factors in der Nebenverkehrszeit und der Aufwärtskompatibilität – überall nur mittelmässig ab.

Im Gegensatz dazu schneidet die Fahrplanoption 2 „Halt S44/S41“ – mit Ausnahme der Infrastruktur Folgekosten – überall gut ab. Die Ausnahme der Infrastruktur-Folgekosten ist dafür gravierend. Ursache dafür sind die sehr hohen Kosten, welche im Vorbahnhof Luzern anfallen: Zur Diskussion stehen eine durchgehende Doppelspur der Zentralbahn (siehe Kapitel Infrastruktur), oder eine räumliche Entflechtung von Normal- und Meterspur.

Allerdings ist davon auszugehen, dass diese Ausbaumassnahmen im Vorbahnhof Luzern beim bis 2030 umzusetzenden Modul C der „Zentralbahn 2020“ so oder so anfallen. In diesem Sinne müssen die baulichen Massnahmen im Bahnhof Luzern bei der Fahrplanoption 2 lediglich vorgezogen werden. Festzuhalten ist aber auch, dass zu einem späteren Zeitpunkt – 2025 bis 2030 – in Bezug auf den Normalspur-Tiefbahnhof grössere Klarheit herrschen wird.

Fazit: Angestrebt wird die Fahrplanoption 2 mit einer zusätzlichen S41. Kann der Infrastrukturengpass bei der Einfahrt Luzern nicht rechtzeitig behoben werden, kann die Fahrplanoption 1 umgesetzt werden.

5.8. Flottenpolitik

5.8.1. Beschaffungszeitpunkte Rollmaterial

Basierend auf der Nachfrage gemäss Kapitel 2 und den notwendigen Ersatzbeschaffungen aus technischen Gründen ergeben sich die folgenden Beschaffungszeitpunkte: Im Jahr 2020 werden die am technischen Lebensende angelangten S-Bahn Verstärkungsmodule ersetzt. Durch die zu erwartende stark steigende Nachfrage bis 2023 müssen bei der Option 1 bereits 2022 weitere Fahrzeuge beschafft werden, während die Rollmaterial-Kapazität bei der Option 2 bis 2027 reicht. Im Jahr 2030 (Option 2020/2025 siehe Kapitel 5.8.3) werden die beiden IR Engelberg durch 6-teilige Triebzüge und die übrigen HGe-Pendel durch 3-teilige Fahrzeuge ersetzt. Nicht berücksichtigt sind durch die Besteller ausgelöste Ersatzbeschaffungen aus qualitativen Gründen.

Jahr	Option 1: "Halt S44/S55"		Option 2: "Halt S44/S41"	
	Anzahl	Rollmaterial	Anzahl	
2020	6	3-teilig, Zahnrad	5	3-teilig, Zahnrad
2021				
2022	6	3-teilig, Zahnrad		
2023				
2024				
2025				
2026				
2027			1	3-teilig, Zahnrad
2028				
2029				
2030	1	3-teilig, Zahnrad	4	3-teilig, Zahnrad
	2	6-teilig, Zahnrad	2	6-teilig, Zahnrad
Total	15		12	

Abb. 05-27: Beschaffungs-Zeitpunkte Rollmaterial

Werden die beiden Optionen miteinander verglichen, ergibt sich, dass die Option 2 nicht nur drei Fahrzeuge weniger bedingt, sondern dass auch später beschafft werden muss als bei der Option 1.

5.8.2. Zeitpunkt Entscheid Option 1 oder Option 2

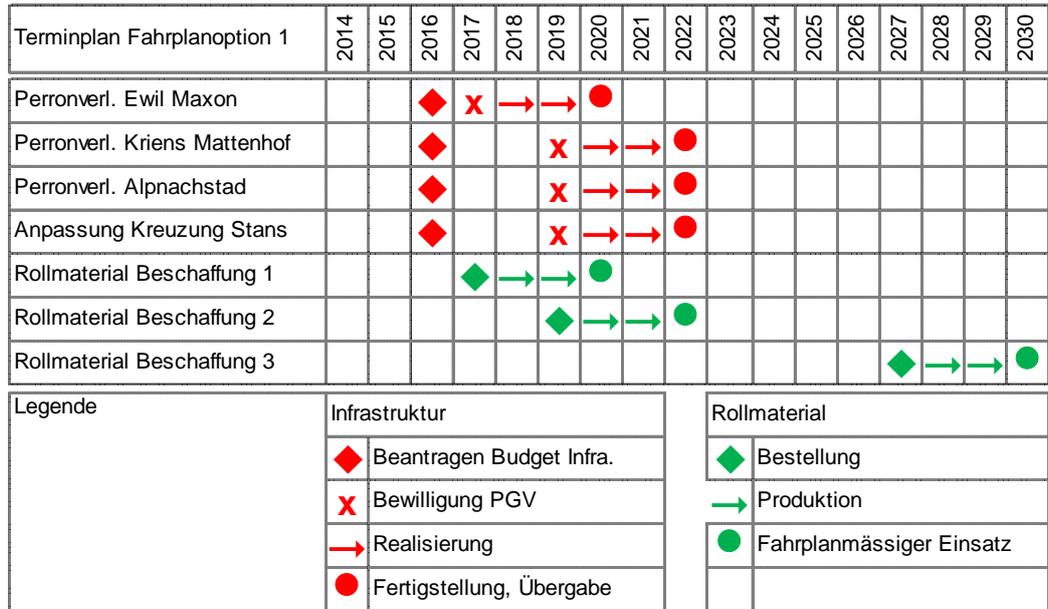


Abb. 05-28: Terminplan Option 1 „Halt S44/S55“

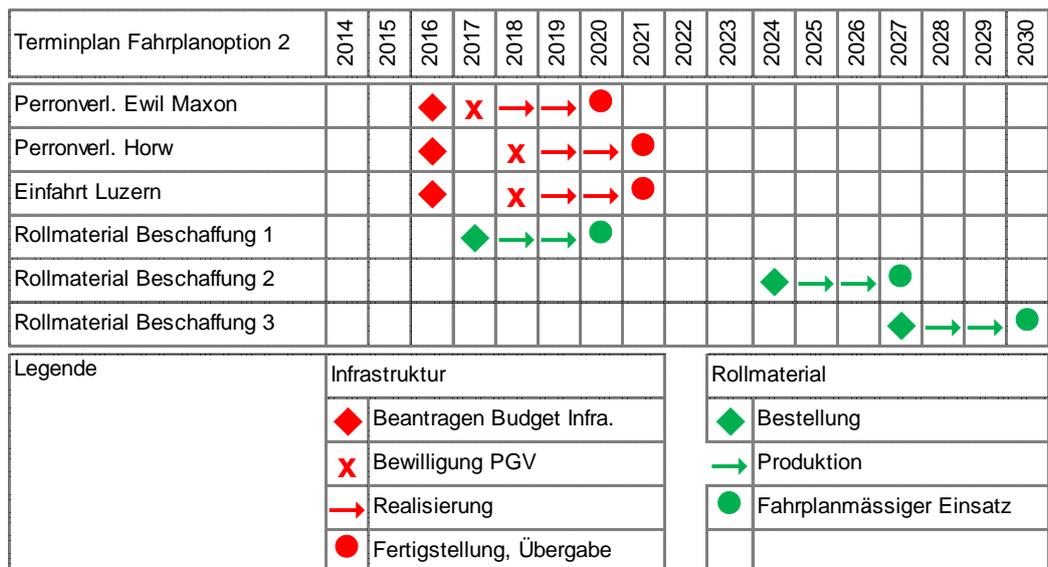


Abb. 05-29: Terminplan Option 2 „Halt S44/S41“

Fahrplanoption	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
Fahrplanoption 1 "S44/S55"			◆	◆													
Fahrplanoption 2 "S44/S41"			◆	◆													
Legende	◆	Beantragen Budget Infrastruktur															
	◆	Auslösen erste Rollmaterialbestellung															

Abb. 05-30 Entscheidungszeitpunkt Rollmaterial, Infrastruktur

Eine grobe Zeitplanung der Umsetzung Option 1 resp. Option 2 ergibt, dass im Jahr 2016 der Entscheid bezüglich der Fahrplanoption gefällt werden muss. Damit bleiben – ab dem heutigen Zeitpunkt – rund vier Jahre für diesen Entscheid.

Fazit: Spätestens 2016 muss die Fahrplanoption gewählt werden.

5.8.3. Zeitpunkt Ersatz IR Engelberg

Der IR Engelberg wird heute mit HGe-Pendel (altes Rollmaterial) und Gelenksteuerwagen (neue Rollmaterial) geführt. Die alten Wagen wurden im Hinblick auf die Inbetriebnahme des Tunnel Engelberg 2010 einem vollständigen Refit unterzogen. Ziel der Beschaffung der Gelenksteuerwagen in den Jahren 2005/2006 war der Einsatz nach Engelberg. Mit dem Einsatz des am Brünig überflüssig werdenden Panoramawagens sind in jedem Zug 57% klimatisiert und bieten einen Niederflureinstieg (Behinderten Gleichstellungsgesetz erfüllt).

Der HGe-Pendel mit seiner Lok löst immer wieder Reklamationen von Anwohnern aus, welche sich über die Vibrationen und den Lärm beklagen.

In einem ersten Schritt wurden die finanziellen Auswirkungen eines Ersatzes der HGe-Pendel in den Jahren 2020 und 2025 dem technische Ersatz im Jahre 2030 gegenübergestellt. Die Frage, ob der IR Engelberg tatsächlich mit teilweise nicht klimatisiertem Rollmaterial bis 2030 verkehren soll, ist zusammen mit den Bestellern abzuklären.

Es wurden die folgenden Varianten untersucht:

- Variante 2030: Sämtliche HGe und alle Wagen des IR Engelberg – inkl. Gelenksteuerwagen werden bis 2030 ausrangiert (Basisvariante).
- Variante 2025: Ersatz von zwei HGe-Pendel für den regulären IR Engelberg im Jahr 2025. Ausrangierung des restlichen alten Rollmaterials inkl. GSW im Jahre 2030.
- Variante 2020: Ersatz von zwei HGe-Pendel für den regulären IR Engelberg im Jahr 2020. Ausrangierung des restlichen alten Rollmaterials inkl. GSW im Jahre 2030.

Variante	Investitionskosten	Jahreskosten	Nettobarwert	Vergleich NPV
	CAPEX	OPEX	NPV 4%	
	Mio. CHF	Mio. CHF	Mio. CHF	
2030	153	94	-139	100%
2025	153	94	-144	104%
2020	153	95	-154	111%

Abb. 05-31 Finanzieller Vergleich bezüglich des Ersatzzeitpunktes des IR Engelberg (Grundlagen der NPV-Berechnungen siehe Anhang).

Die Abbildung zeigt, dass der Nettobarwert bei einer Beschaffung erst 2030 gegenüber einer früheren Beschaffung (2025, 2020) um 4% resp. 11% höher ist.

Der Abgeltungssprung im Jahre 2020 für Ersatz- und Neubeschaffung getrieben durch Kapazität und Technik erhöht die Abgeltung um 5 Mio. CHF (11% der Abgeltung RPV). Werden die anfallenden Kosten der Grossinstandhaltung der bestehenden Flotte integral betrachtet, wird ersichtlich, dass in den Jahren 2021/2022 eine grosse Revision des SPATZ (nach 16 Jahren im Betrieb) in der Höhe von 6 Mio. CHF ansteht. Das heisst, dass ohne Ersatz des IR Engelberg die Abgeltung um 25% steigen wird.

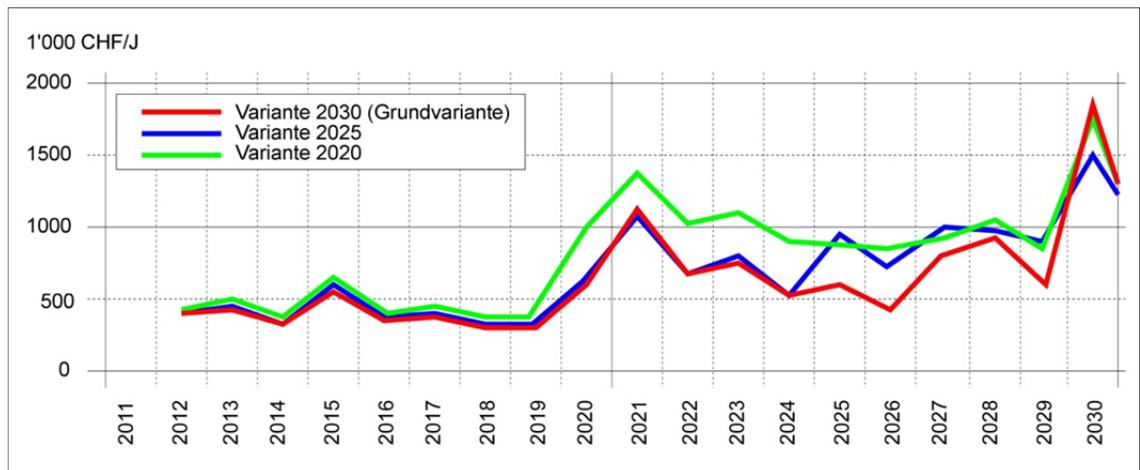


Abb. 05-32 Entwicklung der Abgeltungen bei der Rollmaterialbeschaffung des IR Engelberg im Jahre 2030 (Grundvariante, rot), 2025 (blau) resp. 2020 (grün). Berechnungsgrundlagen siehe Anhang.

Die Abgeltungsdifferenz eines IR Engelberg Ersatzes 2020 oder 2025 gegenüber dem technisch notwendigen Ersatz im Jahre 2030 sind in der Abbildung 05-29 dargestellt. Die Abgeltungen des Verkehrs betragen im Jahre 2018 gemäss Mittelfristplan 44.7 Mio. CHF. Bei der Wahl der Variante 2020 würden die Abgeltungen im Jahr 2018 um 33% statt um 25% steigen. Eine Beschaffung im Jahre 2025 löst 3 Mio. CHF Mehrabgeltungen aus und hat den Vorteil, dass nicht gleichzeitig die Grossinstandhaltung des SPATZ anfällt.

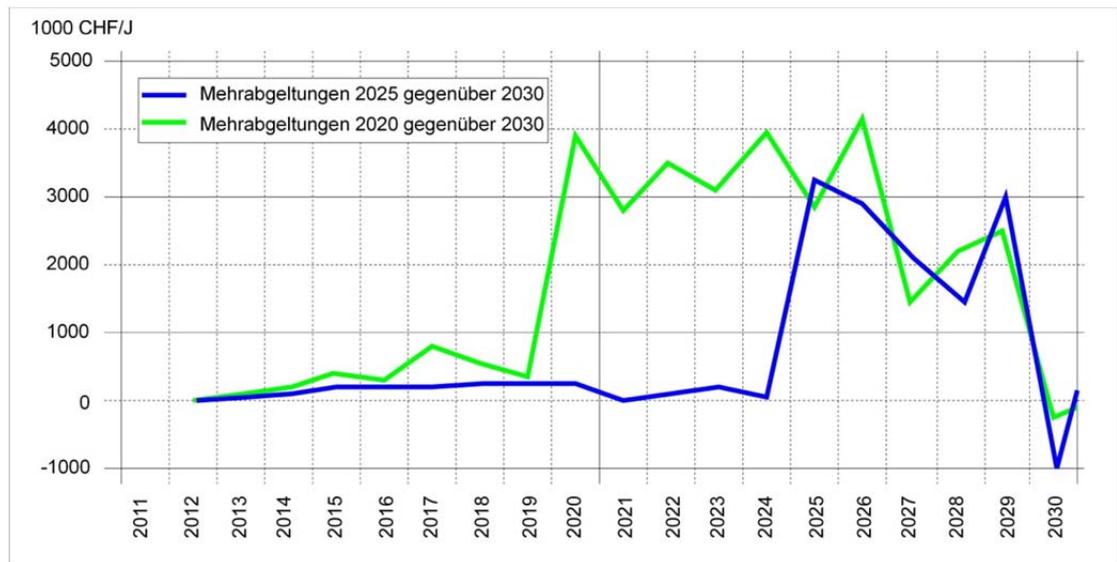


Abb. 05-33 Beschaffung Rollmaterial IR Engelberg. Entwicklung der Mehrabgeltungen 2025 gegenüber 2030 (blau) resp. 2020 gegenüber 2030 (grün).

Fazit: Die finanziellen Auswirkungen eines Ersatzes vor dem Ende der technischen Lebensdauer liegen vor. Mit den Bestellern wird in einem nächsten Schritt der qualitative Aspekt diskutiert. Dem aktuellen Planungsstand entsprechend wird der Ersatz des IR Engelberg im Jahre 2030 belassen.

5.8.4. Betriebsinstandhaltung

Die Betriebsinstandhaltung hat zum Ziel die Zuverlässigkeit, die Verfügbarkeit und die Sicherheit des Rollmaterials sicherzustellen und zu verbessern. In einem nächsten Schritt – ausserhalb dieses Berichts – werden im Zusammenhang mit der nächsten Rollmaterialbeschaffung verschiedenen Varianten zur nachhaltigen Optimierung der Produktivität unter Nutzung der natürlichen Fahrzeug-Stilllager und bei optimaler Nutzung der Werkstatt-Infrastruktur untersucht.

Es wird eine Zentralisierung der Betriebsinstandhaltung sowie die Einführung eines Zweischichtbetriebes analysiert. Die Varianten werden mittels einer Kriterienbewertung und unter Berücksichtigung der finanziellen Auswirkung aufgearbeitet.

6. Anhang

Im Anhang finden sich Unterlagen, welche zum vertieften Verständnis der in diesem Bericht dargestellten Untersuchungen – insbesondere der Rollmaterialbeschaffung – beitragen.

6.1. Grundlagen Berechnungen

6.1.1. Grundlagen NPV Berechnungen

Berücksichtigte Cashflows

- Investitionskosten aller neuen Fahrzeuge
- Revision der Drehgestelle aller im S-Bahneinsatz stehenden Fahrzeuge (SPATZ, GSW, FINK)
- Revision aller **neu zu beschaffenden** Fahrzeuge nach 16 Jahren
- Revision SPATZ, FINK, GSW nach 16 Jahren
- Investitionskosten HGe-(Pendel)
- Revisionskosten HGe-(Pendel)
- Einsparungen zentrale Betriebsinstandhaltung (alle Varianten gleich)
- Zeithorizont letzte Beschaffung 2030 + 25 Jahren = heute bis 2055

Nicht berücksichtigte Cashflows

- Betriebsinstandhaltung aller Fahrzeuge
- Revisionen ADLER (Drehgestelle und andere)
- Investitionen Werkstätten
- Strukturkosten Werkstätten

6.1.2. Grundlagen Abgeltungs-Berechnungen

Berücksichtigte Kosten

- Investitionskosten aller neuen Fahrzeuge
- Revision der Drehgestelle aller im S-Bahneinsatz stehenden Fahrzeuge (SPATZ, GSW, FINK)
- Revision aller neuen Fahrzeuge nach 16 Jahren
- Revision SPATZ, FINK, GSW nach 16 Jahren
- Investitionskosten HGe-(Pendel)
- Revisionskosten HGe-(Pendel)
- Einsparungen zentrale Betriebsinstandhaltung (alle Varianten gleich)
- Abschreibungen neue Fahrzeuge
- Abschreibungen HGe-(Pendel) und Pendelwagen
- Abschreibungen GSW
- Zinsaufwände neue Fahrzeuge vereinfacht (geglättet auf ½-Kapital, 3

Nicht berücksichtigte Aufwände

- Betriebsinstandhaltung aller Fahrzeuge
- Revisionen ADLER (Drehgestelle und andere)
- Abschreibungen Werkstätten
- Strukturkosten Werkstätten
- Abschreibungen SPATZ, FINK
- Zinsaufwände SPATZ, GSW und Umbauten HGe-(Pendel)

6.2. Details Rollmaterialbeschaffung

In den folgenden Abbildungen wird der vorgesehene Rollmaterialeinsatz sowohl für die Fahrplanoption 1 (Halt S44/S55) wie auch für die Option 2 (Halt S44/S41) detailliert, das heisst auf einzelne Jahre genau, dargestellt.

6.2.1. Legende Rollmaterial

Die folgende Abbildung zeigt die Abkürzungen resp. Symbole, welche in den nachfolgenden beiden Abbildungen benützt werden:

Symbol	Rollmaterialtyp	Symbol	Bedeutung
A	Zahnradtriebzug, 7-teilig	*	Zeitlich eingeschränkter Betrieb:
a	Zahnradtriebzug, 6-teilig		Anderer Einsatz am gleichen Tag
aGSW	Gelenksteuerwagen, Adhäsion	=	Anderer Einsatz an anderem Wochentag
sp	Adhäsiontriebzug, 3-teilig (SPATZ)	Farben	Bedeutung
f	Zahnradtriebzug, 3-teilig, (FINK)	Schwarz	vorhandenes Rollmaterial
HGeP	HGe-Pendel	Rot	Neubeschaffung im aktuellen Betrachtungshorizont
HGeP-GSW	HGe-Pendel mit GSW	Blau	Zweifacher Einsatz (pro Tag (*) / pro Woche (=))
HGeP#	HGe-Pendel verlängert (HGe+A+BD+3B+GSW)	Grün	Ausrangierung im nächsten Betrachtungshorizont

Abb. 06-01: Legende Rollmaterial in den beiden folgenden Abbildungen.

Die folgende Abbildung zeigt, wann welches Rollmaterial bei der Fahrplanoption 1 eingesetzt werden soll. Die Abkürzungen sind in der Abbildung 06-01 erläutert.

	2014	2020	2022	2030
IR Brünig	A1 + f1*	A1 + f1*	A1 + f1*	A1 + f1*
	A2 + f2*	A2 + f2*	A2 + f2*	A2 + f2*
	A3 + f3	A3 + f3	A3 + f3	A3 + f3
	A4 + f4	A4 + f4	A4 + f4	A4 + f4
Saisonzug Brünig	kein Betrieb	f7=	f7=	f7=
IR Engelberg	HGeP# + GSW1	HGeP# + GSW1	HGeP# + GSW1	a1 + f13*
	HGeP# + GSW2	HGeP# + GSW2	HGeP# + GSW2	a2 + f14*
Saisonzug Engelberg	HGeP1	HGeP1	HGeP1	f8=
	HGeP2	HGeP-GSW3	HGeP-GSW3	f9=
		f8=	f8=	f10=
S4	sp1+ GSW3	sp1 + sp8	sp1 + sp8 + f13	sp1 + sp8 + f13*
	sp2 + Modul	sp2 + sp9	sp2 + sp9 + f14	sp2 + sp9 + f14*
S44	sp3	sp3	sp3	sp3
S5	sp4+Modul	sp4 + f7=	sp4 + f7= + f15	sp4 + f7= + f15
	sp5+Modul	sp5 + f8=	sp5 + f8= + f16	sp5 + f8= + f16
	sp6+Modul	sp6 + f9	sp6 + f9 + f17	sp6 + f9= + f17
	sp7+Modul	sp7 + f10	sp7 + f10 + f18	sp7 + f10= + f18
S55	f1*	f1*	f1*	f1*
	f2*	f2*	f2*	f2*
S41	kein Betrieb	kein Betrieb	kein Betrieb	kein Betrieb
Regio Süd	sp8	f11	f11	f11
	sp9	f12	f12	f12 + f19=
		HGeP2=	HGeP2=	
Reserve techn.	f6, sp10,	f6, sp10	f6, sp10	f6, sp10
	HGeP3	HGeP2=	HGeP2=	f19=
Reserve Betrieb	f5	f5	f5	f5

Abb. 06-02: Detaillierte Übersicht über den Rollmaterialeinsatz bei der Option 1 (Halt S44/S55) in den Zeithorizonten 2020, 2022 und 2030.

Die Abbildung zeigt, wann welches Rollmaterial bei der Fahrplanoption 2 eingesetzt werden soll. Die Abkürzungen sind in der Abbildung 06-01 erläutert.

	2014	2020	2021	2022	2024	2027	2030
IR Brünig	A1 + f1*	A1 + f1*	A1 + f1*	A1 + f1*	A1 + f1*	A1 + f1*	A1 + f1*
	A2 + f2*	A2 + f2*	A2 + f2*	A2 + f2*	A2 + f2*	A2 + f2*	A2 + f2*
	A3 + f3*	A3 + f3	A3 + f3*	A3 + f3*	A3 + f3*	A3 + f3*	A3 + f3
	A4 + f4	A4 + f4	A4 + f4	A4 + f4	A4 + f4	A4 + f4	A4 + f4
Saisonzug	kein Betrieb	f9=	f9=	f9=	f9=	f9=	f9=
IR Engelberg	HGeP#+GSW1	HGeP#+GSW1	HGeP#+GSW1	HGeP#+GSW1	HGeP#+GSW1	HGeP#+GSW1	a1 + f14*
	HGeP#+GSW2	HGeP#+GSW2	HGeP#+GSW2	HGeP#+GSW2	HGeP#+GSW2	HGeP#+GSW2	a2 + f15*
Saisonzug Engelberg	HGeP1	HGeP-GSW3	HGeP-GSW3=	HGeP-GSW3=	HGeP-GSW3=	HGeP-GSW3=	f7=
	HGeP2	f7=	f7=	f7=	f7=	f7=	f8=
		f8=	f8=	f8=	f8=	f8=	f13=
S4	sp1+ GSW3	sp1 + sp8	sp1 + sp8	sp1 + sp8	sp1 + sp8	sp1 + sp8	sp1 + sp8
	sp2 + Modul	sp2 + sp9	sp2 + sp9	sp2 + sp9	sp2 + sp9	sp2 + sp9	sp2 + sp9
S44	f3*	f3*	f3*	f3*	f3*	f3*+f12	f12+f13=
		HGeP1	HGeP1	HGeP1	HGeP1	HGeP1	
S5	sp4+Modul	sp4 + sp3	sp4 + sp3	sp4 + sp3	sp4 + sp3	sp4 + sp3	sp4 + sp3
	sp5+Modul	sp5 + f7=	sp5 + f7=	sp5 + f7=	sp5 + f7=	sp5 + f7=	sp5 + f7=
	sp6+Modul	sp6 + f8=	sp6 + f8=	sp6 + f8=	sp6 + f8=	sp6 + f8=	sp6 + f8=
	sp7+Modul	sp7 + f9=	sp7 + f9=	sp7 + f9=	sp7 + f9=	sp7 + f9=	sp7 + f9=
S55	f1*	f1*	f1*	f1*	f1*	f1*	f1*
	f2*	f2*	f2*	f2*	f2*	f2*	f2*
S41	kein Betrieb	kein Betrieb	HGeP-GSW3=	HGeP-GSW3=	HGeP-GSW3=	HGeP-GSW3=	f15* + f14*
Regio Süd	sp8	f10	f10	f10	f10	f10	f10
	sp9	f11	f11	f11	f11	f11	f11+f6=
		HGeP2=	HGeP2=	HGeP2=	HGeP2=	HGeP2=	
Reserve techn.	f6, sp10,	f6, sp10	f6, sp10	f6, sp10	f6, sp10	f6, sp10	f6, sp10
	HGeP3	HGeP2=	HGeP2=	HGeP2=	HGeP2=	HGeP2=	f16=
Reserve Betrieb	f5, sp3	f5	f5	f5	f5	f5	f5

Abb. 06-03: Detaillierte Übersicht über den Rollmaterialeinsatz bei der Option 2 (Halt S44/S41) in den sieben Zeithorizonten 2014, 2020, 2021, 2022, 2024, 2027 und 2030.

6.2.2. Zeitpunkt Ersatz IR Engelberg – Abgeltungsentwicklung

Jahr	Grundvariante Variante 2030	Variante 2025	Variante 2020
	[1000 CHF]	[1000 CHF]	[1000 CHF]
2012	4'050	4'050	4'080
2013	4'330	4'350	4'450
2014	3'320	3'340	3'500
2015	6'000	6'040	6'230
2016	3'450	3'520	3'660
2017	3'710	3'830	4'280
2018	3'300	3'440	3'720
2019	3'000	3'140	3'290
2020	6'110	6'240	9'960
2021	11'220	11'160	13'860
2022	6'760	6'760	10'190
2023	7'740	7'880	10'890
2024	5'220	5'250	9'120
2025	6'050	9'300	8'770
2026	4'370	7'210	8'400
2027	7'920	10'060	9'360
2028	8'080	9'490	10'310
2029	6'110	9'150	8'680
2030	18'590	17'490	18'310
2031	8'020	9'220	8'020
2032	8'720	8'020	9'590
2033	8'800	9'630	8'550
2034	9'100	8'630	8'720
2035	8'820	9'520	9'080
2036	16'500	15'250	24'490
2037	8'020	9'590	8'020
2038	9'160	8'020	9'220
2039	8'280	8'720	8'020
2040	10'070	9'620	10'990
2041	9'100	18'290	9'180
2042	9'590	8'020	8'720
2043	10'280	10'030	9'080
2044	11'680	10'980	12'560
2045	5'840	7'210	2'260

Abb. 06-04: Detaillierte Übersicht über die Abgeltungsentwicklung bei einem Ersatz des IR Engelberg im Jahre 2030 (Grundvariante) resp. bei einem vorgezogenen Ersatz in den Jahren 2025 oder 2020.